The background of the entire page is a black and white zebra stripe pattern. A large blue rectangular area covers the right two-thirds of the page, featuring a subtle pattern of white, curved, overlapping lines. A white vertical strip runs along the left edge of the blue area.

**А.Г. Доросинский
О.М. Зверева**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
ИЗДЕЛИЯ**



Л.Г. Доросинский, О.М. Зверева

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
ИЗДЕЛИЯ**

Ульяновск

2016

УДК 681.518(075.8)

ББК 32. 81я73

Д 40

Рецензенты:

Иванов В.Э. – д.т.н., профессор.

Поршнев С.В. – д.т.н., профессор.

Д 40 Доросинский Л.Г., Зверева О.М. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. – Ульяновск: Зебра, 2016. – 243 с.

Книга посвящена рассмотрению основных информационных и управленческих технологий, определяющих и поддерживающих жизненный цикл изделия. Приведено описание этапов жизненного цикла изделия, их основных характеристик. Описаны как сами технологии, с помощью которых осуществляется поддержка жизненного цикла изделия, так и информационные системы, автоматизирующие этот процесс. Приведены основные современные концепции, относящиеся к управлению качеством: концепция «6 сигм» и концепция процессного подхода.

Книга представляет интерес для специалистов, студентов и аспирантов, работающих в области информационных и управленческих технологий.

УДК 681.518(075.8)

ББК 32. 81я73

ISBN 978-5-9908739-8-8

© Доросинский Л.Г., Зверева О.М., 2016.

© Оформление.

Издательство «Зебра», 2016.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

AP (Application protocol) – Прикладной протокол.

BI (Business Intelligence) – Поддержка принятия решений.

BOM (Bills of Material) – Перечень составляющих конечного продукта.

BPM (Business Process Management) – Управление бизнес-процессами.

CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) – Непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукции.

CAD-система (Computer-aided design) – Компьютерная поддержка проектирования.

CAM-системы (Computer-aided manufacturing) – Компьютерная поддержка изготовления.

CAE-системы (Computer-Aided Engineering) – Поддержка инженерных расчетов.

CAPE (Computer-Aided Process Engineering) – Автоматизированная разработка производственных процессов.

CMMS (Computerized Maintenance Management Systems) – Компьютерные системы управления ТОиР.

CPM (Corporate Performance Management) – Управление эффективностью работы предприятия.

CRM (Customer Relationship Management) – Управление отношениями с заказчиками.

CRP (Capacity Requirements Planning) – Планирование потребности в мощностях.

CSRP (Customer Synchronized Resource Planning) – Планирование ресурсов во взаимодействии с покупателем.

DMU (digital mock-up) – Цифровое макетирование.

DOE (Design of Experiments) – Проектирование эксперимента.

DRP (Distribution Requirements Planning) – Планирование потребностей при распределенных запасах.

EAM (Enterprise Asset Management) – Управление активами предприятия.

EPD (Electronic Product Definition) – Электронное описание изделия.

ERP (Enterprise Resource Planning) – Планирование ресурсов предприятия.

ERP II (Enterprise Resource and Relationship Processing) – Управление ресурсами и внешними отношениями предприятия.

ETP (Electronic Technical Publication) – Электронная техническая публикация.

FRP (Finance Requirements Planning) – Планирование потребности в финансах.

ISO (International Organization for Standardization) – Международная организация по стандартизации.

KM (Knowledge Management) – Управление знаниями.

MPS (Master Planning Scheduling) – Объемно-календарное планирование.

MRP (Materials Requirement Planning) – Планирование потребностей в материалах.

MRP II (Manufacturing Resource Planning) – Планирование производственных ресурсов.

PDM (Product Data Management) – Управление данными о продукции.

PLM (Product Lifecycle Management) – Управление жизненным циклом продукции.

TQM (Total Quality Management) – Всеобщее управление качеством.

АВПКО – Анализ видов, последствий и критичности отказов.

АЛП – Анализ логистической поддержки.

БК – Базовая конфигурация.

БП – Бизнес-процесс.

ДК – документация конфигурации.

ЕИП ПП – Единое информационное пространство промышленного предприятия.

ЕСКД – Единая система конструкторской документации.

ЖЦИ – Жизненный цикл изделия.

ИИС – Интегрированная информационная среда.

ИИ – Извещение об изменении.

ИР – Интегрированные ресурсы.

ИЛП – Интегрированная логистическая поддержка.

ИО – Информационный объект.

ИМ – Информационная модель.

ИПИ – Интегрированная информационная поддержка изделия.

КИ – Концепция изделия.

КПП – Конструкторская подготовка производства.

МД – Модуль данных.

НИОКР – Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

МТО – Материально-техническое обеспечение.

ОГК – Отдел главного конструктора.

ОГТ – Отдел главного технолога.

ОГС – Отдел главного сварщика.

ОКР – Опытно-конструкторские работы.

ОК – Объект конфигурации.

ОГМет – Отдел главного металлурга.

ООБД – Объектно-ориентированная база данных.

ОППП – Отдел планирования и подготовки производства.

ПДК – Проектная документация конфигурации.

ПП – Планирование поставок.

ПХД – Производственно-хозяйственная деятельность.

РБД – Реляционная база данных.

РКД – Рабочая конструкторская документация.

ТОиР – Техническое обслуживание и ремонт.

ТПП – Технологическая подготовка производства.

ЭСИ – Эксплуатационная структура изделия.

ЭТД – Эксплуатационная техническая документация.

ЭЦП – Электронная цифровая подпись.

ОБДИ – Общая база данных об изделии (изделиях).

ОБДП – Общая база данных о предприятии.

УК – Управление конфигурацией.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире всё большее количество руководителей предприятий склоняется к тому, что основным инструментом в борьбе за успешность компании является внедрение инновационных технологий. Инновации – это та сила, что позволяет вашему предприятию занять большую долю рынка, сила, позволяющая вашим изделиям приносить максимальную прибыль. Инновации снижают расходы на организацию управления и увеличивают его эффективность. Наиболее передовые компании используют инновационные подходы не только на всех стадиях производства, но и на всех стадиях жизненного цикла их изделий.

Основным источником существования практически любого промышленного предприятия являются доходы от выпускаемой им продукции. Однако в условиях рыночной конкуренции гарантировать запланированный объём сбыта предприятие может только при условии разработки, производства и реализации качественной продукции, причём в кратчайшие сроки и с минимальной ценой. Эти требования являются необходимыми (хотя отнюдь недостаточными) для достижения успеха на рынке. Именно по этой причине несоблюдение любого из них неминуемо приведёт промышленное предприятие к заведомо известному результату: проигрышу в рыночной борьбе, иногда отсроченному и почти всегда отягощённому огромными расходами.

Как избежать поражения, каким процессам стоит уделить наибольшее внимание – по этим вопросам бизнес-теории могут значительно различаться. В конце 80-х ключевой позицией было качество. Основные вложения компаний производились в то, что может обеспечить высокое качество продукта. Основопологающей концепцией была концепция «всеобщего управления качеством» (TQM – Total Quality Management). Фокусируясь на процессе, TQM опирается на философию управления, которая поддерживает непрерывное совершенствование и производственный подход «правильно с первого раза». Цель TQM – свести к минимуму потери и переработку за счет отсутствия брака в процессе

производства. Среди информационных систем становятся популярными системы по контролю и управлению качеством.

Следующей идеей повышения эффективности и прибыльности производства стала идея «ориентации на запросы покупателя». Центральным ориентиром производства стал потребитель продукции. Основными лозунгами этого этапа становятся «фокусирование на покупателе», «удовлетворение требований покупателя», «покупатель – в первую очередь». Появляются отделы по изучению покупательского спроса. Становятся важными вопросы логистики, и опять акцент смещается к продукту. Появляются SCM- и CRM- системы, особенности которых будут рассмотрены позднее.

В то же время не теряет актуальности вопрос: может быть, более целесообразно вернуться к основе всего производства – к выпускаемому продукту, технологиям его создания?

Сегодня, в эпоху глобализации, высокое качество продукции, а также минимизацию сроков и материальных затрат при её создании невозможно обеспечить без применения современных промышленных информационных технологий. «Если среди ваших конкурентов есть фирмы, в широких масштабах применяющие информационные технологии и потому способные быстро и эффективно перестроить свою деятельность в зависимости от требований рынка, то ваш отказ от освоения таких же технологий гарантирует вам сокрушительное поражение на всех фронтах конкурентной борьбы в смысле оперативности, информационной насыщенности, эффективности», – считает Энди Гроув, председатель Совета директоров Intel Corporation. Избежать этого несложно – нужно лишь принять на вооружение современные технологии. Следует особо подчеркнуть, что речь здесь идёт именно о промышленных информационных технологиях, т.е. о таких способах создания, обработки, передачи и хранения специфической информации о промышленной продукции и методах её разработки, испытаний и производства, которые могут эффективно дополнить (или полностью заменить) традиционные трудоёмкие, дорогостоящие и длительные этапы

различных видов работ на всех стадиях жизненного цикла промышленной продукции.

Современные промышленные информационные технологии базируются на концепции *единого информационного пространства* (объединения информационных ресурсов) промышленного предприятия (ЕИП ПП). Эта концепция получила за рубежом название CALS-технологии (Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукции). Распространен также термин PLM (Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом продукции), имеющий сходное значение.

Что же такое PLM? Точно ответить на этот вопрос непросто, так как четкое определение отсутствует, а формулировки главных идеологов хотя и подробны, но весьма расплывчаты. Например, CIMdata, которая специализируется на анализе рынка PLM, утверждает, что это стратегический подход к организации бизнеса, позволяющий предприятиям с помощью интегрированного набора корпоративных приложений коллективно разрабатывать, распространять и использовать информацию о продукте, а также управлять ею на протяжении его жизненного цикла - от проекта до утилизации. При этом объединяются усилия людей, процессы, бизнес-системы и данные.

Компания EDS определяет PLM как комплексную корпоративную информационную систему, обеспечивающую управление всеми аспектами жизненного цикла изделия, от выработки требований, анализа рынка и разработки до производства, поставки и сервисного обслуживания. EDS добавляет, что PLM составляет информационную основу предприятия, так как поддерживает взаимодействие в реальном времени всех, кто имеет отношение к продукту в течение всей его жизни, и позволяет образовавшемуся виртуальному предприятию распределять знания и сохранять свой интеллектуальный капитал.

В IBM считают, что PLM дает возможность предприятию проектировать, анализировать продукты и управлять ими, начиная от выработки концепции и заканчивая изъятием из эксплуатации. В результате возрастает эффективность процесса разработки продукции и упрощается использование информации об

изделиях, что способствует повышению качества принимаемых решений и уровня обслуживания заказчиков.

Франсис Бернар, основатель и член правления компании Dassault Systemes, одного из признанных мировых лидеров в этой области, считает PLM-технологию, охватывающую все стадии существования продукции – от идеи до снятия с производства и прекращения технического обслуживания, **«вершиной современных технологий разработки и производства продукции на сегодняшний момент»**.

Суть промышленных информационных технологий достаточно проста. На всех возможных этапах различных видов работ каждой стадии жизненного цикла продукции трудоёмкие, дорогостоящие и длительные технологические этапы: макетирование, натурное моделирование, экспериментальная оценка характеристик, подгонка параметров в процессе изготовления и испытаний опытных образцов и т.п. заменяются эффективными процедурами синтеза информационных моделей как самой будущей продукции, так и процессов её предстоящего производства. При этом предполагается проведение всех видов расчётов и анализ поведения будущей продукции на основе её точных математических моделей.

Опора на перспективные промышленные информационные технологии для предприятий отечественной промышленности является одним из важнейших условий рыночной выживаемости. Благодаря системному внедрению в промышленность современных способов компьютерного проектирования и моделирования продукции достигается качественно новый уровень производства и производственных отношений:

- существенно **сокращаются сроки** разработки, подготовки производства и выпуска продукции;
- существенно **сокращаются трудоёмкость, материалоемкость, энергоёмкость** и потребность в других видах ресурсов, необходимых для разработки и производства продукции;

- появляется возможность **расширения ассортимента** выпускаемой продукции;
- обеспечиваются условия для **повышения уровня сложности и качества** выпускаемой продукции;
- повышаются **доля творческой составляющей** в работе и квалификация персонала.

Достичь этого непросто, но возможно. Для этого необходимо реально внедрить в промышленную эксплуатацию современные способы и технические средства для проектирования, конструирования, расчётов, моделирования, технологической подготовки производства продукции (т.е. способы и средства разработки и постановки её на производство – РПП) и организации управления производственными процессами на всех стадиях существования промышленной продукции.

Понятия и определения

Согласно ГОСТ Р 50.1.031-2001 «Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 1»: *CALS-технологии* – это «информационные технологии описания изделий, производственной среды и процессов, протекающих в этой среде. Данные, порождаемые и преобразуемые этими информационными технологиями, представляются в виде, оговоренном CALS-стандартами, и служат для обмена или совместного использования различными участниками жизненного цикла продукции». В этом определении упоминаются стандарты, используемые для обмена и совместного использования информации. Что это за стандарты?

CALS-стандарты – это набор стандартов, описывающих правила электронного представления данных об изделиях, среде и процессах, и правила обмена этими данными. Часть стандартов к настоящему времени имеет статус международных. Условно они могут быть разделены на три основные группы:

- стандарты, описывающие общие принципы электронного обмена данными, определяющие организационно-технические аспекты электронного взаимодействия (MIL-STD-1840);
- стандарты, регламентирующие технологии обеспечения безопасности данных, в частности их шифрование в процессе обмена, применение электронной цифровой подписи для подтверждения их достоверности и т.д.;
- технические стандарты, определяющие форматы и модели данных, технологии представления данных, способы доступа и использования данных, описывающих изделия, процессы и среду, в которой протекает жизненный цикл изделия (ISO 10303(STEP)).

В русскоязычной литературе вводится аналогичное понятие *интегрированной информационной поддержки изделий (ИПИ)* как совокупности инвариантных (по отношению к продукции, предприятию, отрасли промышленности) принципов, управленческих технологий и технологий управления данными (информационных технологий), реализуемых в интегрированной информационной среде (ИИС), объединяющей информационные процессы всех участников жизненного цикла (ЖЦ) изделия на основе международных стандартов, регламентирующих унифицированные модели данных и соглашения о способах обмена этими данными.

Проблема внедрения ИПИ-технологий как средства повышения конкурентоспособности приобрела государственный масштаб. Органы государственного регулирования эту проблему понимают и не бездействуют. Существует федеральная целевая программа (ФЦП) «Электронная Россия» (Министерства связи и массовой коммуникации РФ), декларирующая одной из своих целей создание предпосылок внедрения информационных технологий в реальный сектор экономики

Управленческая технология – совокупность методов, инструментальных средств и ресурсов, с помощью которых осуществляется процесс управления предприятием на организационном уровне.

Качество продукции – степень соответствия характеристик, присущих

продукции, требованиям потребителя.

Менеджмент качества – процесс, осуществляемый специально созданной организационно-технической структурой, подчиненной высшему руководству предприятия, состоящий:

- в анализе стратегических целей предприятия в отношении качества;
- в декомпозиции стратегических целей и выработке на этой основе тактических целей, реализуемых при управлении технологическими, организационно-деловыми и иными процессами, в ходе которых создается продукция;
- в сборе и анализе данных о реализации требований к продукции в ходе процессов ее создания, выявлении несоответствий, принятии и реализации решений по их устранению;
- в передаче информации высшему руководству предприятия с целью принятия и реализации стратегических решений по обеспечению качества.

Менеджмент ресурсов – процесс, осуществляемый специализированными подразделениями предприятия в соответствии с директивами высшего руководства и состоящий:

- в анализе стратегических целей предприятия в отношении сокращения издержек производства;
- в декомпозиции стратегических целей и выработке на этой основе тактических целей управления технологическими, организационно-деловыми и иными процессами, в ходе которых создается продукция, в отношении сокращения издержек;
- в рациональном распределении финансовых, трудовых и материальных ресурсов, обеспечивающем выполнение процессов создания продукции надлежащего качества в заданные сроки;
- в сборе и анализе данных о фактическом расходовании ресурсов, выявлении экономии и дефицитов, принятии мер по оперативному перераспределению ресурсов;
- в передаче информации высшему руководству предприятия с целью принятия и реализации стратегических решений в отношении сокращения из-

держек производства.

Управление конфигурацией – процесс, осуществляемый в ходе ЖЦ изделия, состоящий в формировании и утверждении требований к изделию, в систематической проверке и документировании выполнения этих требований в ходе проектирования (разработки), изготовления и эксплуатации (использования по назначению). Это один из процессов управления качеством.

Интегрированная логистическая поддержка (ИЛП) – совокупность управленческих технологий, организационных и инженерно-технических решений, ориентированная на сокращение затрат на постпроизводственных стадиях ЖЦ и охватывающая процессы организации эксплуатации, технического обслуживания и ремонта (ТОиР), материально-технического обеспечения (МТО, управление запасами, заказами, поставками запасных частей, расходных материалов и т.д.), обеспечения персонала эксплуатационной и ремонтной документацией, подготовки и переподготовки кадров и т.д. В ходе ИЛП накапливаются данные о поведении изделий в эксплуатации, которые при соответствующей организации процессов информационного взаимодействия между потребителями, изготовителями и разработчиками могут служить источником информации для улучшения качества изделия.

Конкурентоспособность продукции (изделия) – более высокое по сравнению с изделиями-аналогами (в определенном сегменте рынка) соотношение показателей качества и затрат на приобретение и потребление (эксплуатацию, обслуживание) изделия.

Показатель конкурентоспособности – численное выражение конкурентоспособности.

Что дают CALS-технологии?

CALS рассматривается как комплексная системная стратегия повышения эффективности всех процессов ЖЦ промышленной продукции, непосредственно влияющая на ее конкурентоспособность. Применение стратегии CALS является условием выживания предприятий в условиях растущей конкуренции и позволяет:

1. Расширить области деятельности предприятий (рынки сбыта) за счет кооперации с другими предприятиями, обеспечиваемой стандартизацией представления информации на разных стадиях и этапах жизненного цикла. Благодаря современным телекоммуникациям, уже не принципиальны географическое положение и государственная принадлежность партнеров. Новые возможности информационного взаимодействия позволяют строить кооперацию в форме виртуальных предприятий, действующих в течение ЖЦ продукта. Становится возможной кооперация не только на уровне готовых компонентов, но и на уровне отдельных этапов и задач: в процессах проектирования, производства и эксплуатации.

2. За счет информационной интеграции и сокращения затрат на бумажный документооборот, повторного ввода и обработки информации обеспечить преемственность результатов работы в комплексных проектах и возможность изменения состава участников без потери уже достигнутых результатов.

3. Повысить «прозрачность» и управляемость бизнес-процессов путем их реинжиниринга, на основе интегрированных моделей ЖЦ и выполняемых бизнес-процессов, сократить затраты в бизнес-процессах за счет лучшей сбалансированности звеньев.

4. Повысить привлекательность и конкурентоспособность изделий, спроектированных и произведенных в интегрированной среде с использованием современных компьютерных технологий и имеющих средства информационной поддержки на этапе эксплуатации.

5. Обеспечить заданное качество продукции в интегрированной системе поддержки ЖЦ путем электронного документирования всех процессов и процедур.
6. Сократить издержки производства и снизить стоимость продукции.
7. Сократить время создания изделия, его модернизации и увеличить его реальное время «жизни».

Эффективность реализации CALS

Основная задача, решаемая путем применения CALS-технологий, – экономия времени и средств при одновременном повышении качества. Так, в США применение CALS-технологий сопровождается следующими типовыми показателями:

- в процессах проектирования и инженерных расчетах: сокращение времени проектирования на 50%; снижение затрат на изучение выполнимости проектов – 15-40%;
- в процессах организации поставок: уменьшение количества ошибок при передаче данных на 98%; сокращение времени поиска и извлечения данных – 40%; сокращение времени планирования – 70%; сокращение стоимости информации – 15-60%;
- в производственных процессах: сокращение производственных затрат на 15-60%; повышение показателей качества – 80%;
- в процессах эксплуатационной поддержки изделий: сокращение времени на изменения технической документации на 30%; сокращение времени планирования поддержки – 70%; снижение стоимости технической документации – 10-50%.

1. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ПРОДУКЦИИ

С CALS-технологиями тесно связано понятие жизненного цикла изделия (ЖЦИ), которое появляется в стандартизованном определении этого вида технологий, поэтому далее обсуждаются основные аспекты ЖЦИ.

1.1. Промышленный способ производства

Прежде всего, необходимо помнить, что речь идёт о промышленных предприятиях, т.е. о предприятиях, производящих продукцию промышленным способом. Что это значит? Если кратко, то *промышленный способ производства* (например, в отличие от кустарного) предполагает, что на соответствующем предприятии создан механизм, гарантирующий точное многократное воспроизводство продукции при всех допустимых изменениях текущего состояния предприятия: смене поставщиков материалов и инструментов, изменении производственных технологий, текучести кадров и т.п. В мире существует огромное количество предприятий, выпускающих продукцию в промышленных масштабах, т.е. в больших количествах, но не использующих промышленный способ производства. Примером являются предприятия, производящие художественную продукцию (хохломы или палехские художественные изделия, посуда ручной росписи и т.п.). При промышленном способе производства передача продукции на производство с одного промышленного предприятия на другое должна быть не сложнее, чем перенос изготовления какой-нибудь детали с одного станка на другой в пределах самого предприятия.

К сожалению, несмотря на все достижения науки и техники, в начале XXI века проектирование и производство серийной продукции большинства промышленных предприятий продолжает оставаться по сути кустарным промыслом. Термин «промышленный» означает скорее ведомственную принадлежность предприятия и его заказчиков, а также количество выпускаемой продукции. Никакие сверхсовременные САПР и станки с ЧПУ не могут скрыть тот факт, что производство «промышленной продукции» остаётся по сути рукоде-

лием, разновидностью более или менее автоматизированных «народных промыслов». Качество и скорость как разработки, так и производства продукции по-прежнему, в первую очередь, зависят от фактической квалификации и опыта (а не от квалификационного разряда) инженера, конструктора, технолога или рабочего, а сам процесс мало поддается объективному планированию. Между тем, промышленный способ разработки и производства подразумевает создание такого производственного процесса, при котором гарантированно обеспечиваются:

- повторяемость;
- контролепригодность;
- стандартизация;
- унификация;
- нормируемость;
- независимость от личностных особенностей исполнителя;
- прогнозируемость производства и т.д.

Причем, все вышеупомянутые характеристики относятся как к самой продукции, так и к технологическим процессам её проектирования и производства.

Вот почему информационное решение для промышленного предприятия обязано поддерживать промышленный способ производства продукции, а значит, как минимум, перечисленные выше основные характеристики продукции и процессы её создания: проектирование, конструирование, моделирование, подготовка производства, испытания и т.д. К сожалению, многие предлагаемые на рынке системы такого класса выросли из существующей на большинстве предприятий производственной практики и фактически автоматизируют плохо формализованные и далеко не оптимальные процедуры (бизнес-процессы) кустарного или художественного (по сути) производства. Ни к чему хорошему такая «автоматизация беспорядка» на промышленном предприятии привести не может.

1.2. Структура жизненного цикла продукции

Производственные процессы любого промышленного предприятия в основе своей опираются на то или иное представление о жизненном цикле изделия, или, строго говоря, на модель жизненного цикла изделия.

Идея жизненного цикла не нова. Согласно ГОСТ Р 50.1.031-2001 «Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 1: Стадии жизненного цикла продукции»: «*Жизненный цикл изделия*: - это совокупность этапов, через которые проходит изделие за время своего существования:

- маркетинговые исследования;
- составление технического задания;
- проектирование;
- подготовка производства;
- изготовление;
- поставка;
- эксплуатация;
- ремонт;
- утилизация [1].

Другими словами, ЖЦИ – это период времени от начала создания товара до окончания его востребованности на рынке и прекращения производства.

Маркетинговые исследования. По определению того же ГОСТ Р 50.1.031-2001: «Маркетинг – это систематическая работа по изучению: рынков сбыта и требований потребителей к продукции предприятия; условий эксплуатации продукции предприятия; поставщиков материальных ресурсов, их возможностей в отношении качества и дисциплины поставок и т.д.».

Цель маркетинговых исследований – анализ состояния рынка, прогноз спроса на планируемые изделия и развития их технических характеристик.

Основные задачи, выполняемые на этом этапе, – определение требований к изделию и определение потребности в нем. *Требования к изделию* – это поро-

ждаемый в процессе маркетинга информационный объект (ИО), содержащий результаты анализа и статистической обработки данных об ожиданиях потенциальных потребителей в отношении свойств проектируемой (выпускаемой) продукции. Под *потребностью в изделии* понимается порождаемый в процессе маркетинга ИО, содержащий статистические сведения о возможном спросе потенциальных потребителей на продукцию предприятия в прогнозируемый период.

Иногда на этом этапе выделяют как подэтап генерацию идей, их фильтрацию, техническую и экономическую экспертизу проекта. В качестве критерия отбора проектов рекомендуется стоимостная оценка эффективности, т.е. сравнительная оценка альтернативных технических решений, реализующих требования потребителя, связывающая степень (меру) их удовлетворения с затратами на создание изделия и поддержку ЖЦИ.

По окончании этапа маркетинговых исследований выделяется этап оформления технического задания на основании проведенных экспертиз и выбранного проекта, чтобы законодательно закрепить сформулированные требования к изделию. Согласно Р 50.1.031-2001: «Техническое задание – это документ, содержащий сведения о назначении и области применения изделия, о его технических и эксплуатационных характеристиках, а также план, регламентирующий стадии и этапы проектирования».

Следующим этапом ЖЦИ является проектирование. На этом этапе осуществляется реализация согласованной детальной программы проектирования, включающей создание моделей или опытных образцов, проведение необходимых испытаний, целью которых является постановка изделия на производство и ввод его в эксплуатацию с разработкой всей необходимой документации и обеспечением информационной поддержки ЖЦИ. Ранее подобную стадию называли НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы).

На этой стадии изделие зарождается, здесь производится множество работ. Доля затрат фирмы на эту стадию считается ее наукоемкостью и служит основной характеристикой инновационности и стратегической перспективно-

сти фирмы. В развитых странах наукоемкость крупных фирм составляет от 1 до 10% от выручки, в Японии, например, она составляет 3%.

Основные работы:

- фундаментальные исследования;
- поисковые исследования;
- прикладные исследования;
- макетно-экспериментальное производство и изготовление макетов и экспериментальных узлов;
- эксперименты;
- разработка конструкторской документации на основе единой системы конструкторской документации (ЕСКД);
- макетное и опытное производство, изготовление макетов и опытных образцов;
- конструкторские испытания.

На стадии производства по всем технологическим переделам выполняется большой объем работ, в том числе:

- конструкторская подготовка производства;
- технологическая подготовка производства;
- экономическая и финансовая подготовка производства;
- производство установочных партий;
- мелкосерийное, серийное и крупносерийное производство;
- массовое производство;
- вспомогательное производство.

1.2.1. Конструкторская подготовка производства

Цель конструкторской подготовки серийного производства (КПП) – адаптировать документацию опытно-конструкторских работ (ОКР) к условиям конкретного серийного производства предприятия-изготовителя. Как правило, конструкторская документация ОКР уже учитывает производственные и техноло-

гические возможности предприятий-изготовителей, но условия опытного и серийного производств имеют существенные различия, что приводит к необходимости частичной или даже полной переработки конструкторской документации ОКР.

КПП проводится службой главного инженера предприятия, а именно как правило, отделом главного конструктора серийного завода (ОГК) или серийным отделом НИЧ, СКБ, ОКБ и т.д. в соответствии с правилами ЕСКД.

В процессе КПП разработчики в максимально допустимых пределах должны учитывать конкретные производственные условия предприятия-изготовителя:

- унифицированные и стандартные детали и сборочные единицы, изготавливаемые предприятием или предприятиями-смежниками;
- имеющиеся средства технологического оснащения и контроля;
- имеющееся технологическое и нестандартное оборудование;
- транспортные средства и т.п.

Состав работ на этапе конструкторской подготовки производства предприятия-изготовителя следующий:

1. получение конструкторской документации от разработчика;
2. проверка документации на комплектность;
3. внесение изменений в соответствии с особенностями предприятия-изготовителя;
4. внесение изменений по результатам отработки конструкции на технологичность;
5. внесение изменений по результатам технологической подготовки производства;
6. техническое сопровождение изготовления опытной партии изделий;
7. внесение изменений в конструкторскую документацию по результатам изготовления опытной партии;
8. оформление и утверждение документации для изготовления установочной серии;

9. техническое сопровождение изготовления установочной серии;
10. оформление и утверждение документации для серийного производства;
11. выпуск ремонтной, экспортной и иной документации;
12. техническое сопровождение серийного производства.

В итоге выпускаются следующие документы:

- техническое предложение;
- эскизный проект;
- технический проект;
- рабочая конструкторская документация.

1.2.2. Технологическая подготовка производства (ТПП)

Задача ТПП – это обеспечение полной технологической готовности фирмы к производству новых изделий с заданными технико-экономическими показателями (высоким техническим уровнем, качеством изготовления, а также с минимальными трудовыми и материальными издержками – себестоимостью при конкретном техническом уровне предприятия и планируемых объемах производства).

Исходными данными для проведения ТПП являются:

- 1) полный комплект конструкторской документации на новое изделие;
- 2) максимальный годовой объем выпуска продукции при полном освоении с учетом изготовления запасных частей и поставок по кооперации;
- 3) предполагаемый срок выпуска изделий и объем выпуска по годам с учетом сезонности;
- 4) планируемый режим работы предприятия (количество смен, продолжительность рабочей недели);
- 5) планируемый коэффициент загрузки оборудования основного производства и ремонтная стратегия предприятия;
- 6) планируемые кооперированные поставки предприятию деталей, узлов полуфабрикатов и предприятия-поставщики;

7) предполагаемые рыночные цены новых товаров с учетом ценовой стратегии предприятия и его целей;

8) принятая стратегия по отношению к риску (с точки зрения наличия дублирующего оборудования);

9) политика социологии труда предприятия.

Технологическая подготовка производства регламентируется стандартами «Единой системы технологической подготовки производства» (ЕСТПП). Этапы ТПП, содержание работ и исполнители приведены в табл. 1

Таблица 1

Этапы и содержание работ ТПП

Этапы ТПП	Содержание работ ТПП	Исполнители
Планирование ТПП	Прогнозирование, планирование и моделирование ТПП	Служба планирования подготовки производства (ОППП)
Технологическое проектирование	Распределение номенклатуры между цехами и подразделениями предприятия	ОППП
Технологическое проектирование	Разработка технологических маршрутов движения объектов производства	ОППП
	Разработка техпроцессов изготовления и контроля деталей, сборки и испытаний и всей прочей технологической документации	Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет и др.)
	Типизация технологических процессов, разработка базовых и групповых процессов	Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет и др.)
	Технико-экономическое обоснование технологических процессов	Отделы главных специалистов, экономический отдел
Выбор оборудования	Выбор и обоснование универсального, специального, агрегатного и нестандартного оборудования	Отделы главных специалистов
	Выдача заданий на проектирование этого оборудования, а также на проектирование гибких автоматических, автоматизированных, роботизиро-	

	ванных линий и комплексов, конвейеров, транспортных средств и т.п.	
Выбор и технологическое конструирование оснастки	Выбор необходимого специального, универсального и унифицированного оснащения. Проектирование (технологическое конструирование) оснастки. Технико-экономические обоснования выбора и применения оснастки	Технологические и конструкторские отделы главных специалистов. Экономический отдел
Нормирование	Установление пооперационных технических норм времени всех технологических процессов. Расчеты норм расходов материалов (подетальные и сводные)	Отдел труда и заработной платы Отделы главных специалистов. ОГТ

Отработка изделий на технологичность (технологический контроль) производится на всех этапах создания конструкторской документации:

- стадии эскизного проекта производится анализ конкретных конструкторских решений, в том числе целесообразности выбранных материалов, рациональности и технологичности членения конструкции на сборочные единицы, блоки, агрегаты, обеспечение простоты сборки, разборки и т.п.;
- стадиях технического и рабочего проектов принимаются окончательные решения относительно всех элементов конструкции;
- стадии изготовления опытного образца и опытной партии завершается отработка конструкции на технологичность (конкретизируются условия обеспечения технологичности, в том числе возможность использования типовых технических процессов, унифицированной переналаживаемой оснастки и имеющегося или производимого оборудования).

Влияние системы подготовки производства на формирование конечного эффекта разработки, производства и эксплуатации нового товара показано на рис. 1.

1.2.3. Производственный процесс и принципы его организации.

Стадия производства и типы производств

Производственный процесс – это совокупность всех действий людей и средств производства, направленных на изготовление продукции. Производственный процесс состоит из следующих процессов:

Основные	технологические процессы, в ходе которых происходят изменения геометрических форм, размеров и физико-химических свойств продукции;
Вспомогательные	это процессы, которые обеспечивают бесперебойное протекание основных процессов (изготовление и ремонт инструментов и оснастки; ремонт оборудования; обеспечение всеми видами энергий (электрической, тепловой, пара, воды, сжатого воздуха и т.д.));
Обслуживающие	процессы, связанные с обслуживанием как основных, так и вспомогательных процессов, но в результате которых продукция не создается (хранение, транспортировка, технический контроль и т.д.).

В условиях автоматизированного, автоматического и гибкого интегрированного производств вспомогательные и обслуживающие процессы в той или иной степени объединяются с основными и становятся неотъемлемой частью процессов производства продукции, что будет рассмотрено более подробно далее.

Технологические процессы делятся на фазы. *Фаза* – это комплекс работ, выполнение которых характеризует завершение определенной части технологического процесса и связано с переходом предмета труда из одного качественного состояния в другое.

В машиностроении и приборостроении технологические процессы в основном делятся на три фазы:

- заготовительная;
- обрабатывающая;
- сборочная.

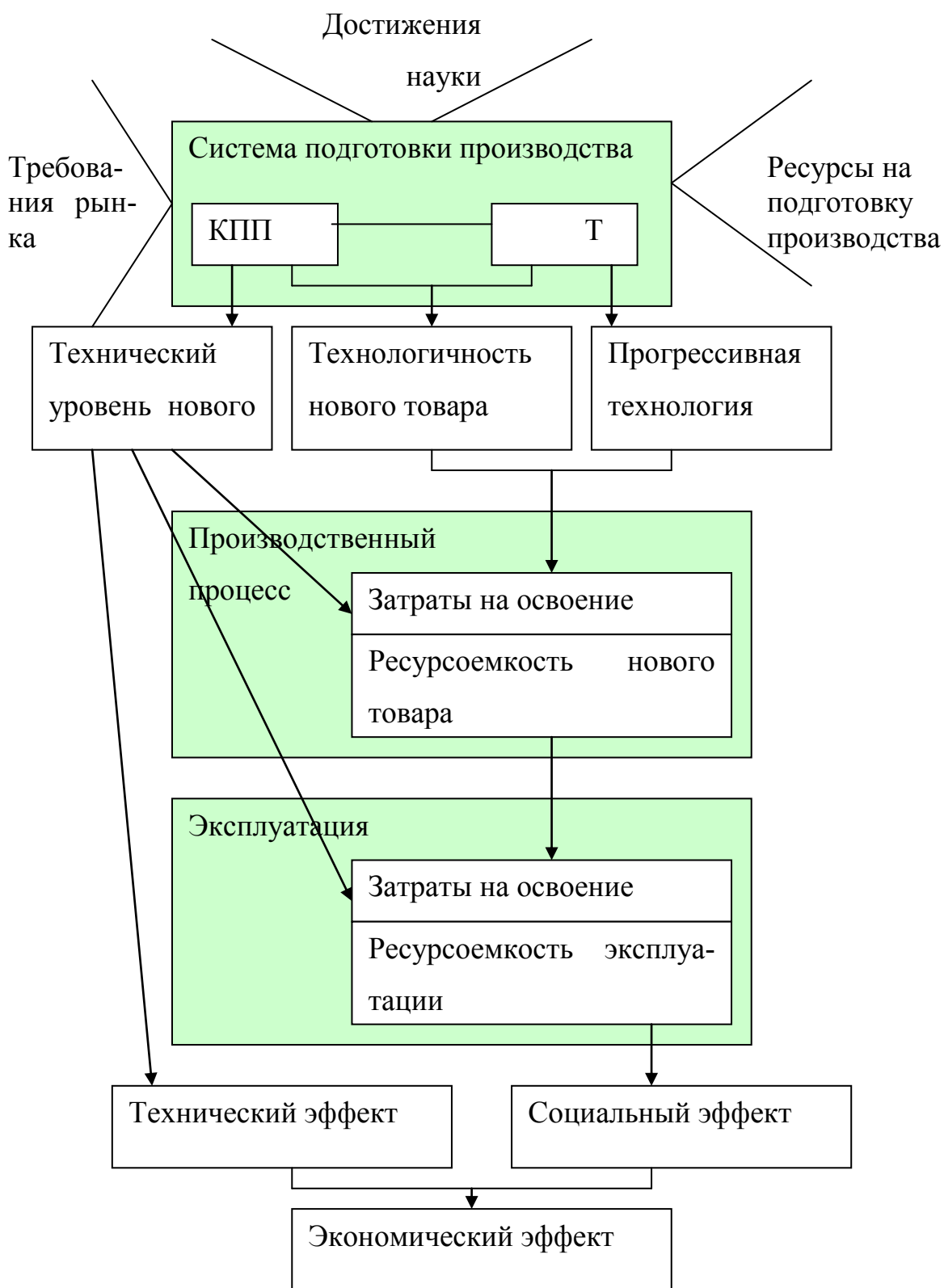


Рис. 1. Влияние системы подготовки производства на формирование экономического эффекта разработки и использования нового товара

Фазовая структура технологических процессов представлена на рис. 2.

Технологический процесс состоит из последовательно выполняемых над данным предметом труда технологических действий – операций.

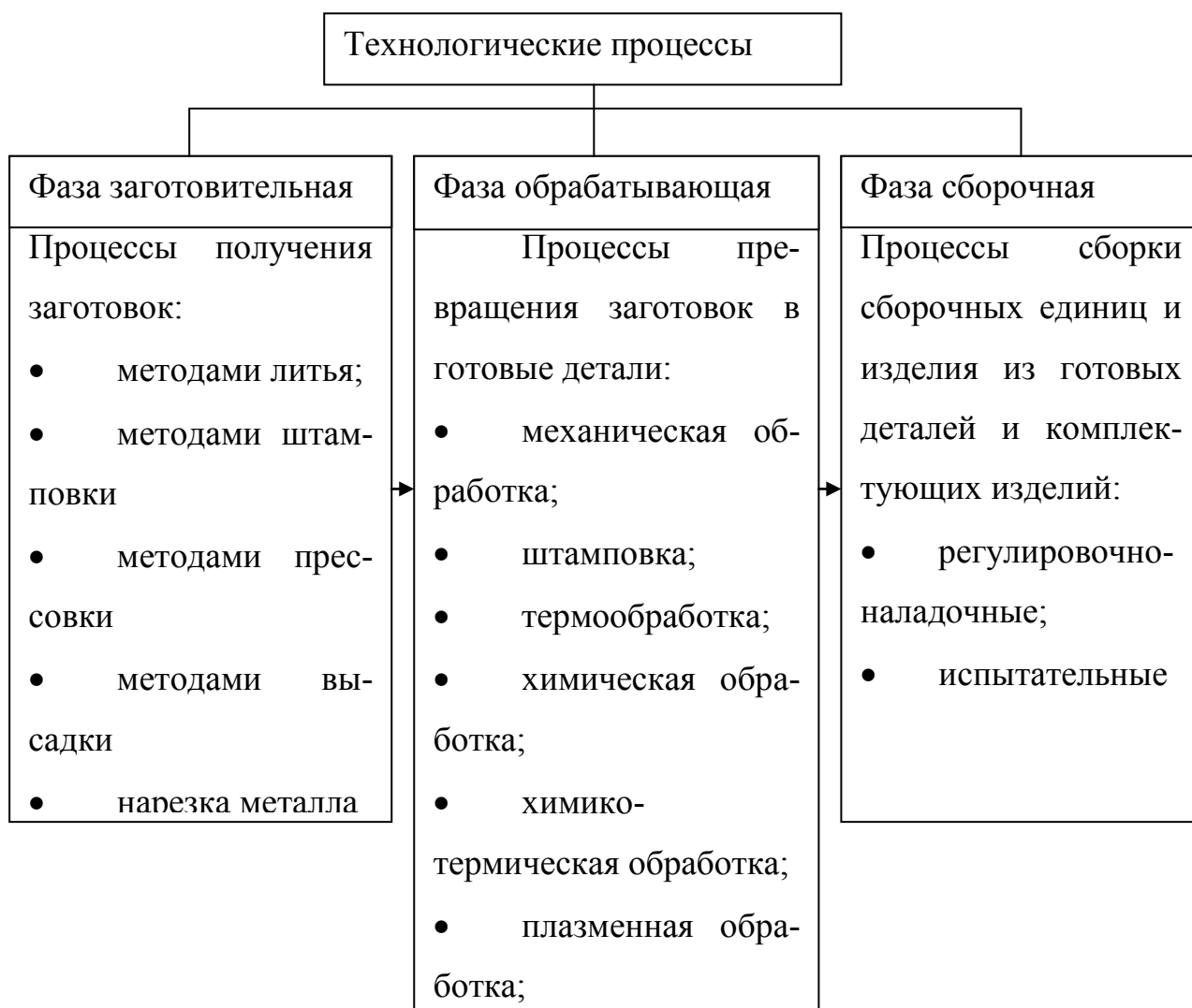


Рис. 2. Фазовая структура технологических процессов

Операция – это часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте (станке, стенде, агрегате и т.д.), состоящая из ряда действий над каждым предметом труда или группой совместно обрабатываемых предметов.

Операции, которые не ведут к изменению геометрических форм, размеров, физико-химических свойств предметов труда, относятся к нетехнологическим операциям (транспортные, погрузочно-разгрузочные, контрольные, испытательные, комплектовочные и др.).

Операции различаются также в зависимости от применяемых средств труда:

- *ручные* – выполняемые без использования машин, механизмов и механизированного инструмента;
- *машинно-ручные* – выполняемые с помощью машин или ручного инструмента при непрерывном участии рабочего;
- *машинные* – выполняемые на станках, установках, агрегатах при ограниченном участии рабочего (например, установка, закрепление, пуск и остановка станка, раскрепление и снятие детали и т.д.);
- *автоматизированные* – выполняемые на автоматическом оборудовании или автоматических линиях.

1.2.4. Типы производств

Тип производства – совокупность его организационных, технических и экономических особенностей. Тип производства определяется следующими факторами:

- номенклатурой выпускаемых изделий;
- объемом выпуска;
- степенью постоянства номенклатуры выпускаемых изделий;
- характером загрузки рабочих мест.

В зависимости от уровня концентрации и специализации различают три типа производств: единичное, серийное, массовое.

По типам производства классифицируются предприятия, участки и отдельные рабочие места. Тип производства предприятия определяется типом производства ведущего цеха, а тип производства цеха – характеристикой участка, где выполняются наиболее ответственные операции и сосредоточена основная часть производственных фондов.

Отнесение завода к тому или иному типу производства носит условный характер, поскольку на предприятии и даже в отдельных цехах может иметь место сочетание различных типов производства.

Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой изготавливаемых изделий, малым объемом их выпуска, выполнением на каждом рабочем месте весьма разнообразных операций.

В *серийном производстве* изготавливается относительно ограниченная номенклатура изделий (партиями). За одним рабочим местом, как правило, закреплено несколько операций.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного времени на узкоспециализированных рабочих местах.

Тип производства оказывает решающее влияние на особенности организации производства, его экономические показатели, структуру себестоимости (в единичном производстве высока доля живого труда, а в массовом – затраты на ремонтно-эксплуатационные нужды и содержание оборудования), разный уровень оснащенности.

Сравнение по факторам типов производств приведено в табл. 2.

Таблица 2

Факторы и типы производств

п/п	Факторы	Тип производства		
		единичное	серийное	массовое
1	Номенклатура изготавливаемых изделий	Большая	Ограниченная	Малая
2	Постоянство номенклатуры	Отсутствует	Имеется	Имеется
3	Объем выпуска	Малый	Средний	Большой
4	Закрепление операций за рабочими местами	Отсутствует	Частичное	Полное
5	Применяемое оборудование	Универсальное	Универсальное и специальное (частично)	В основном специальное
6	Применяемые инструменты и оснастка	Универсальные	Универсальные и специальные	В основном специальные

7	Квалификация рабочих	Высокая	Средняя	В основном низкая
8	Себестоимость продукции	Высокая	Средняя	Низкая
9	Производственная специализация цехов и участков	Технологическая	Смешанная	Предметная

1.2.5. Производственная структура предприятия

Производственная структура предприятия – это совокупность производственных единиц предприятия (цехов, служб), входящих в его состав, и формы связей между ними. Производственная структура зависит от вида выпускаемой продукции и его номенклатуры, типа производства и форм его специализации, от особенностей технологических процессов. Причем последние являются важнейшим фактором, определяющим производственную структуру предприятия.

Тип производства определяют по организации производственного процесса. Различают следующие типы производственных подразделений:

- основной;
- вспомогательный;
- обслуживающий.

В цехах (подразделениях) основного производства предметы труда превращаются в готовую продукцию. Цеха (подразделения) вспомогательного производства обеспечивают условия для функционирования основного производства (инструменты, энергия, ремонт оборудования). Подразделения обслуживающего производства обеспечивают основное и вспомогательное производства транспортом, складами (хранение), техническим контролем и т.д.

Таким образом, в составе предприятия выделяются основные, вспомогательные и обслуживающие цеха и хозяйства производственного назначения.

В свою очередь цеха основного производства (в машиностроении, приборостроении) подразделяются:

- на заготовительные;
- обрабатывающие;

- сборочные.

Заготовительные цеха осуществляют предварительное формообразование деталей изделия (литье, горячая штамповка, резка заготовок и т.д.)

В *обрабатывающих цехах* производится обработка деталей механическая, термическая, химико-термическая, гальваническая, сварка, лакокрасочные покрытия и т.д.

В *сборочных цехах* производят сборку сборочных единиц и изделий, их регулировку, наладку, испытания.

На основе производственной структуры разрабатывается генеральный план предприятия, т.е. пространственное расположение всех цехов и служб, а также путей и коммуникаций на территории завода. При этом должна быть обеспечена прямоточность материальных потоков. Цеха должны быть расположены в последовательности выполнения производственного процесса.

Цех – это основная структурная производственная единица предприятия, административно обособленная и специализирующаяся на выпуске определенной детали или изделий либо на выполнении технологически однородных или одинакового назначения работ. Цеха делятся на участки, представляющие собой объединенную по определенным признакам группу рабочих мест. Производственная структура цеха показана на рис. 3.

Цеха и участки создаются по принципу специализации:

- технологической;
- предметной;
- предметно-замкнутой;
- смешанной.

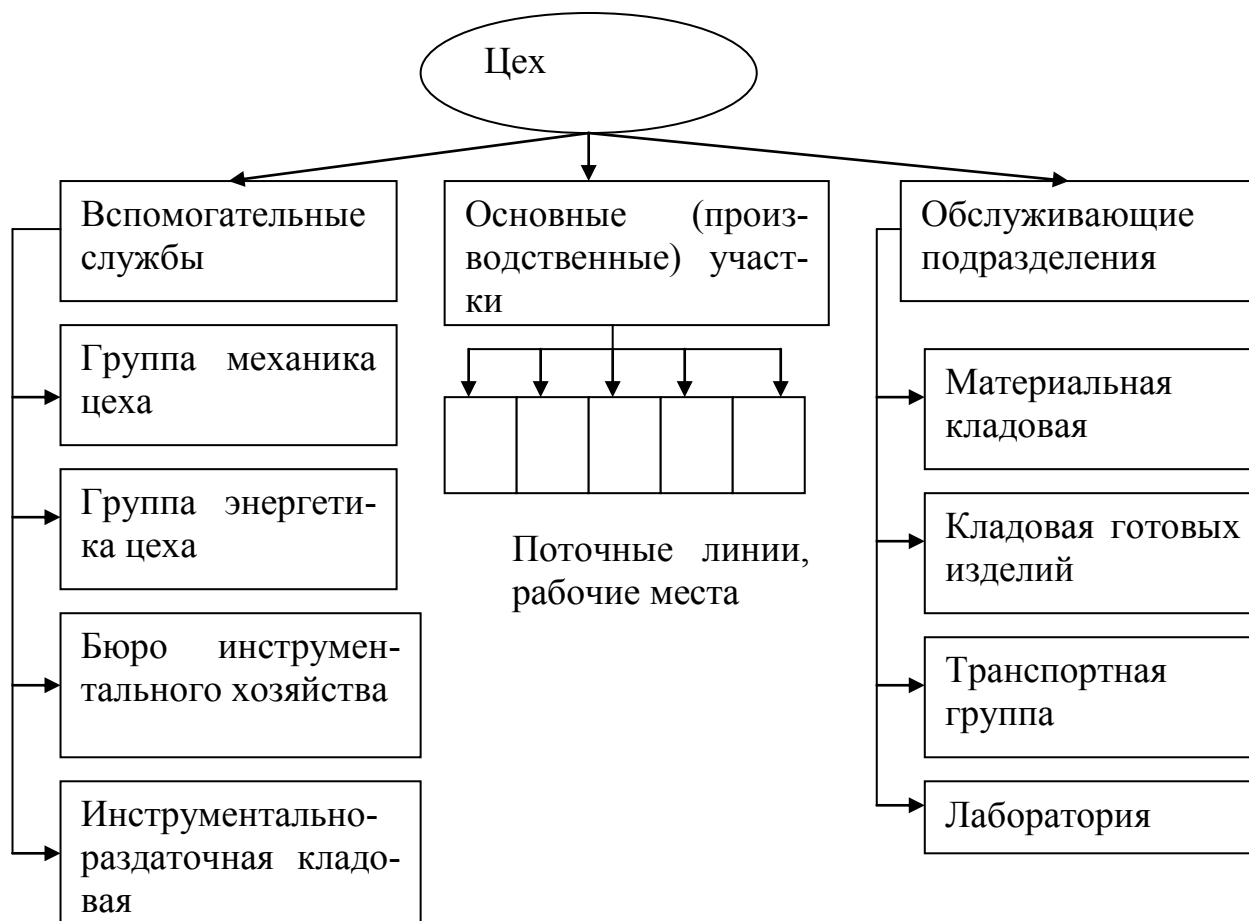


Рис. 3. Производственная структура цеха

Технологическая специализация основана на единстве применяемых технологических процессов. При этом обеспечивается высокая загрузка оборудования, но затрудняется оперативно-производственное планирование, удлиняется производственный цикл из-за увеличения транспортных операций. Технологическая специализация применяется в основном в единичном и мелкосерийном производствах.

Предметная специализация основана на сосредоточении деятельности цехов (участков) на выпуске однородной продукции. Это позволяет концентрировать производство детали или изделия в рамках цеха (участка), что создает предпосылки для организации прямоточного производства, упрощает планирование и учет, сокращает производственный цикл. Предметная специализация характерна для крупносерийного и массового производств.

Если в пределах цеха или участка осуществляется законченный цикл изготовления детали или изделия, это подразделение называется *предметно-замкнутым*.

Цеха (участки), организованные по предметно-замкнутому принципу специализации, обладают значительными экономическими преимуществами, так как при этом сокращается длительность производственного цикла в результате полного или частичного устранения встречных или возвратных перемещений, снижаются потери времени на переналадку оборудования, упрощается система планирования и оперативного управления ходом производства.

1.3. Постпроизводственные стадии ЖЦИ

На стадии поставки изделия (продукты) поступают на рынок, они превращаются в товар, начинается жизненный цикл товара. Реализация изделия на рынке требует исполнения многообразных функций, в том числе:

- коммерческих и торговых;
- маркетинга;
- ценообразования;
- налаживания сбытовой сети;
- брендинга – создания, поддержки и развития бренда.

По рыночным законам потребителя надо поддерживать и после продажи ему изделия, и здесь достаточное количество работ, таких как:

- производство запасных частей;
- предпродажное обслуживание;
- гарантийное обслуживание;
- ремонтное и технической обслуживание;
- подготовка кадров для работы с изделиями у потребителей;
- эксплуатационное обслуживание;
- модернизация;
- утилизация.

С этими постпроизводственными стадиями ЖЦИ тесно связано понятие логистической поддержки.

Согласно ГОСТ Р 50.1.031-2001: «*Логистика* – это наука о методах и способах управления материальными и информационными потоками в производстве и бизнесе; в частности, изучает процессы планирования, контроля и управления транспортированием, складированием, переработкой и другими операциями в процессе доставки готовой продукции потребителю»[1].

1.4. Особенности стандартов, определяющих ЖЦИ

Кроме уже упоминавшегося стандарта ГОСТ Р 50.1.031-2001 «Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 1. Стадии жизненного цикла продукции», существует еще ряд стандартов как российских так и международных, имеющих отношение к ЖЦИ. Сравним особенности двух наиболее известных в России моделей ЖЦИ – в соответствии с международными стандартами серии ISO 9004-2000(2001) и в соответствии с российским ГОСТ РВ 15.002-2003. На приведённом ниже рис. 4 обе модели изображены в виде вертикальных параллельных цепочек последовательных стадий ЖЦИ таким образом, чтобы элементы цепочек, соответствующие эквивалентным стадиям ЖЦИ, располагались по возможности на одном уровне. Такое расположение графического изображения моделей ЖЦИ достаточно наглядно и существенно облегчает их сопоставление. Следует отметить также, что на рисунке приведены *только стадии* ЖЦИ. Виды работ и их этапы, из которых складываются стадии ЖЦИ, не изображены в связи с излишней для визуализации и дальнейшего анализа детализацией. Как следствие, модель ГОСТ является более укрупнённой по сравнению с моделью ISO, в состав стадий ЖЦИ которой включены некоторые виды работ и их стадии (согласно отечественной классификации). При этом не следует забывать, что предлагаемое в рамках обсуждаемых моделей разделение ЖЦИ на стадии, виды работ, этапы и другие элементы ЖЦИ является условным.

ISO 9004-

Маркетинг, поиск и изучение рынка
Проектирование и разработка технических требований разработки изделия
Материально-техническое снабжение
Подготовка и разработка производственных процессов
Производство
Контроль, проведение испытаний и обследований
Упаковка и хранение
Реализация и распределение
Монтаж и эксплуатация
Техническая помощь в обслуживании
Утилизация после использования

ГОСТ РВ 15.002-

Исследование и обоснование разработки изделия
Разработка изделия
Производство изделия
Поставка продукции
Обеспечение эксплуатации изделий
Ремонт изделий
Утилизация

Рис. 4. Модели ЖЦИ в соответствии с российским и международным стандартами

Видно, что первые две стадии в обеих моделях ЖЦИ практически совпадают с точностью до формулировок их названий. По сути, это та часть ЖЦИ, на которой у предприятия возникает (или инициируется извне рынком или заказчиком) замысел изделия и выполняется его разработка. Видно также, что терминология модели ISO отражает рыночный подход к появлению изделия на свет. Отечественная же терминология более соответствует заказному характеру возникновения изделия. С теми же оговорками можно констатировать и практическое совпадение последних четырёх стадий ЖЦИ. А вот отличия стадии производства изделий, когда *одной* стадии в модели ГОСТ соответствуют целых *пять* – модели ISO, носят принципиальный характер.

По сути, модель ISO указывает на тот факт, что выполняемые на этих стадиях ЖЦИ работы существенно отличаются друг от друга и могут выполняться разными предприятиями. Более того, работы на стадии «Материально-техническое снабжение» или «Упаковка и хранение» по степени важности не уступают работам на стадии «Производство». Вот почему эти элементы ЖЦИ, классифицируемые в модели ГОСТ как виды работ и их этапы, в модели ISO вынесены на уровень стадий ЖЦИ. Как следствие, производственные процессы предприятия, описывающие стадии ЖЦИ завершения разработки, но до передачи изделия потребителю, в модели ISO описаны детальнее и на более высоком уровне абстракции. Это, в свою очередь, обеспечивает их лучшую структурированность, а значит, и возможность более эффективной реализации.

Однако обе рассматриваемые модели ЖЦИ имеют как минимум один общий недостаток: для любого вновь разрабатываемого изделия подготовка производства выполняется дважды – сначала для опытного производства, а затем – вновь для серийного. Более того, в большинстве случаев при этом происходит ещё и изменение конструкции изделия, продиктованное отличиями условий серийного производства от опытного.

Понятно, что недостатки любой из рассмотренных выше моделей ЖЦИ на практике оборачиваются для предприятий необоснованными дополнительными потерями. Причём эти потери обусловлены исключительно несовершен-

ством стандартизованных на высоком уровне (государственном или международном) универсальных моделей ЖЦИ, не лучшим образом соответствующих жизненному циклу изделий конкретного предприятия. Вот почему перед внедрением на промышленном предприятии каких-либо новых информационных решений необходимо ясно представлять, насколько соответствует интересам предприятия модель ЖЦИ, лежащая в основе реализованных в этих решениях производственных процессов (бизнес-процессов).

1.5. Маркетинговый взгляд на ЖЦИ

Жизненный цикл изделия – не всегда простая и ясная концепция. На нее можно смотреть с разных точек зрения, и толковать это понятие можно по-разному. При этом нужно принимать во внимание тот факт, что разные ЖЦ имеют само изделие и информация об изделии

Существует две разновидности ЖЦ:

- рыночный ЖЦ для новых продуктов;
- сервисный ЖЦ для доставленных продуктов.

Общая классическая модель ЖЦ может помочь в анализе отдельных стадий, оценке их продолжительности, но в ней не содержится никаких сведений о затратах ресурсов, в том числе финансовых, сложно вводить количественные характеристики для оценки.

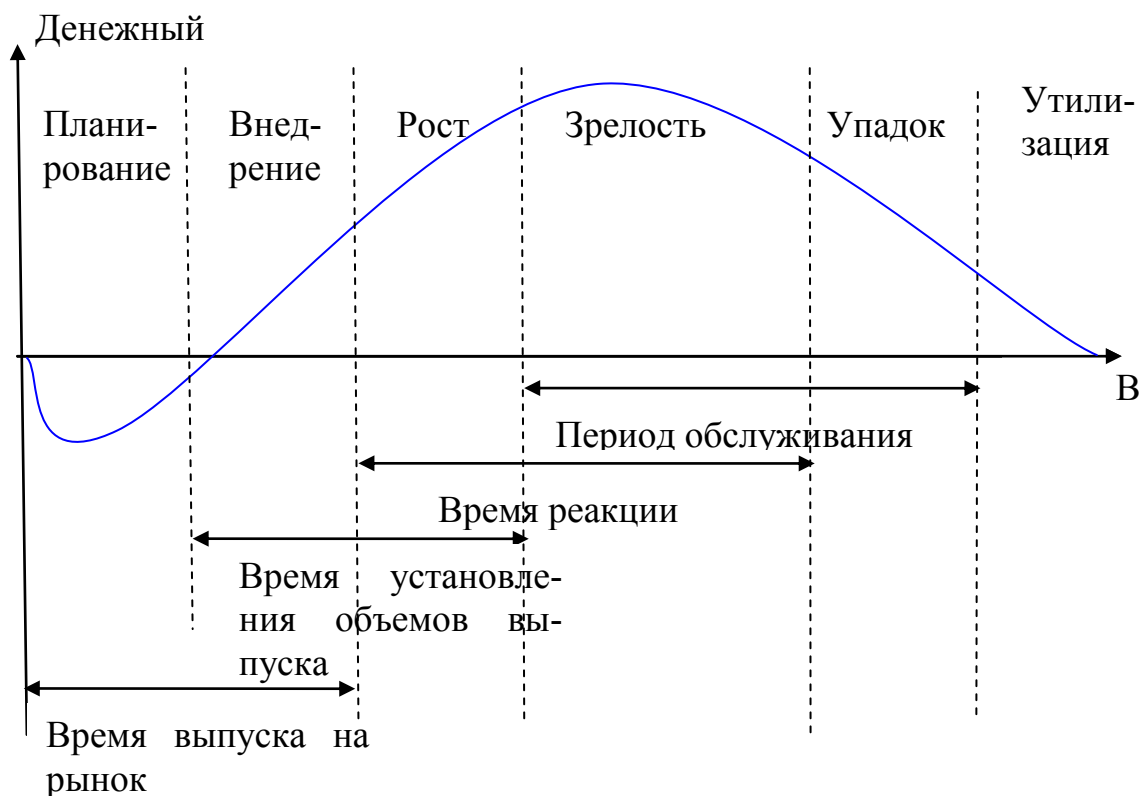


Рис. 5. Жизненный цикл продукта и финансовые потоки

В дополнение к классической модели ЖЦИ существует множество вариаций на эту тему, специфичных для отдельных отраслей промышленности и для специальных характеристик этих отраслей. Рассмотрим модель ЖЦИ с точки зрения финансовых вложений и степени развитости продукта (временных характеристик). Такое представление дано на рис. 5, где изображена зависимость финансовых потоков от стадий ЖЦИ. Стадии в данном случае характеризуют степень развитости продукта.

Рассмотрим основные стадии ЖЦИ в такой метрике.

- *Стадия планирования и внедрения изделия на рынок*

Осуществляются определение и проектирование нового продукта и проектирование его производства и доставки на рынки. Лучшим показателем является время выпуска на рынок, который дает хорошую количественную характеристику производительности и эффективности процесса проектирования и производства.

- *Стадия роста*

В стадии роста наиболее важной проблемой является возможность как можно раньше вывести на рынок продукцию в достаточных объемах, не принося в жертву качество изделия. В этой фазе ЖЦ наилучшим производственным показателем является время установления объемов выпуска, который представляет время, необходимое для достижения эффективного объема продукции.

- *Стадия зрелости*

Когда продукция и рынок достигают зрелости, фокус обычно смещается с производства определенных объемов на внимательный подсчет прибыли и изобретение новых способов удовлетворения потребностей заказчиков. На этой стадии способность реакции на постепенные изменения на рынке становится все важнее. Для этого вводится показатель «время реакции» в качестве инструмента, который измеряет скорость, с которой компания вносит изменения в продукцию.

- *Стадия упадка*

На этой стадии наиболее важным является решение: в какой момент «убрать» продукт, т. е. прекратить производство и отгрузку. Для этого следует вернуться к разделению двух типов ЖЦ – на «рыночный» для новых продуктов и «сервисный» для поставленных продуктов. Эти две разновидности ЖЦ имеют схожие составляющие стадии, но различные временные масштабы. Обычно ЖЦ нового продукта не превосходит 5 лет, в то время как поддерживающий цикл может длиться до 30 и 50 лет (рис. 6). Стадии планирования и внедрения сервисного ЖЦИ должны быть тесно связаны с такими же стадиями ЖЦ нового изделия (так как сервисные услуги должны планироваться совместно с разработкой продукта). Стадия роста сервиса также предполагает наращивание объемов производства. В сервисном ЖЦИ наиболее важным показателем является время предоставления услуги, который является количественной мерой работы сервисной компании по обслуживанию продуктовой базы.

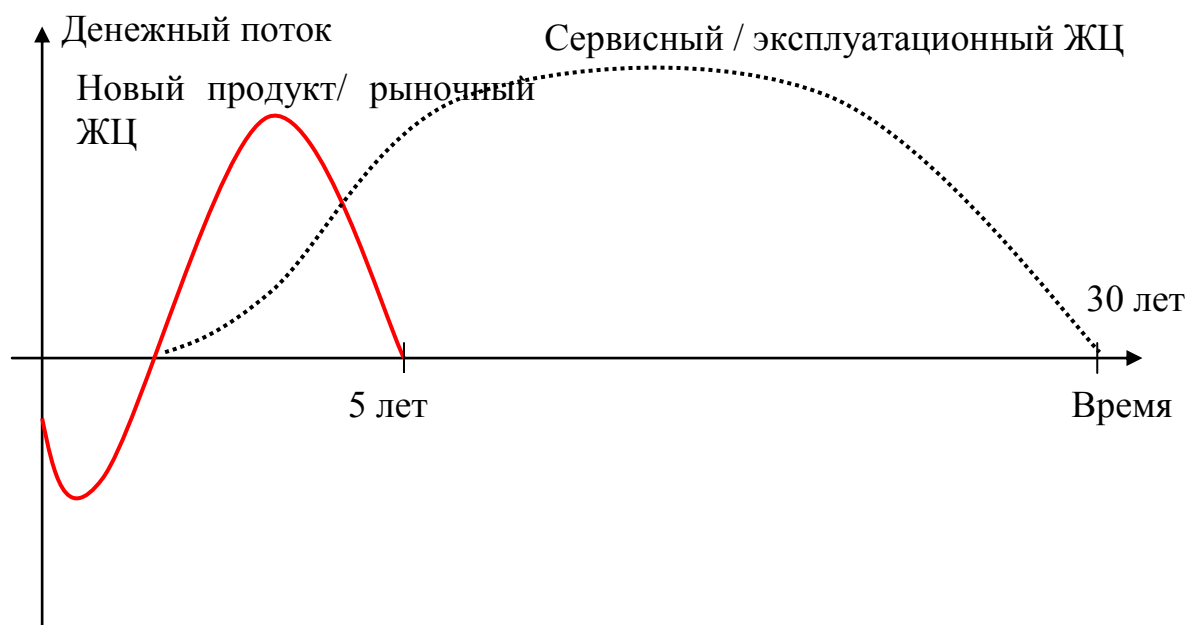


Рис. 6. Жизненный цикл нового продукта и сервисный ЖЦИ

Требования с точек зрения этих двух ЖЦ достаточно схожи, но различия временных рамок часто предъявляют дополнительные требования для сервисного ЖЦИ, так как информация об изделии со всеми возможными вариантами должна поддерживаться в актуальном состоянии десятилетиями. Информационные системы и стандарты меняются, изменяются производственные процессы, компании покупаются и сливаются с другими компаниями, фокус бизнеса смещается, и компании меняют со временем свои стратегии. Несмотря на все эти изменения, данные об изделии должны сохранять целостное состояние, быть легко доступными и использоваться десятилетиями.

2. ПОНЯТИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Многообразие процессов ЖЦ и необходимость их интенсификации требуют активного информационного взаимодействия субъектов (организаций), участвующих в их осуществлении и поддержке. С ростом числа участников растет объем используемой и передаваемой информации.

Информационное взаимодействие субъектов, участвующих в поддержке ЖЦ, должно осуществляться в едином информационном пространстве, называемом также интегрированной информационной средой (Integrated Information Environment – интегрированная информационная среда, согласно стандарта ISO 9004:2000).

Интегрированная информационная среда (ИИС) – это совокупность распределенных баз данных, содержащих сведения об изделиях, производственной среде, ресурсах и процессах предприятия, обеспечивающая корректность, актуальность, сохранность и доступность данных тем субъектам производственно-хозяйственной деятельности (ПХД), участвующим в осуществлении ЖЦИ, которым это необходимо и разрешено. Все сведения (данные) в ИИС хранятся в виде информационных объектов.

Информационный объект (ИО) – совокупность данных и программного кода, обладающая свойствами (атрибутами) и методами, позволяющими определенным образом обрабатывать данные. Самостоятельная единица применения и хранения в ИИС.

Потребность в создании интегрированной системы поддержки ЖЦ изделия и систематизации информационного взаимодействия компонентов такой системы приводит к необходимости создания ИИС. В основе ИИС лежит использование открытых архитектур, международных стандартов, совместное использование данных и программно-технических средств.

В табл. 3 показано, как данные об изделии, выполняемых процессах и используемых ресурсах совместно используются на различных стадиях ЖЦИ.

Совместное использование данных об изделии, процессах и ресурсах

Субъекты ЖЦИ	Стадии ЖЦИ					
	Маркетинг	Проектирование и разработка продукции; планирование и разработка производственных процессов	Закупки, производство, контроль и проведение испытаний	Упаковка и хранение	Реализация продукции	Эксплуатация и техническое обслуживание
Заказчик	И П	–	–	–	–	–
Разработчик	И П	И П Р	И П	И П	И П	И П Р
Производитель	–	И П Р	И П Р	И П Р	–	–
Дистрибьютор	–	–	–	–	И П Р	–
Потребитель	–	–	–	–	–	И П Р
Поставщик	–	И П Р	И П Р	И П Р	И П Р	–
Сервисные организации	–	–	–	–	–	И П Р

И – данные об изделии;

П – данные о процессах;

Р – данные об использованных ресурсах.

В сложных долговременных проектах ИИС обеспечивает взаимодействие проектных организаций и производственных предприятий, поставщиков, организаций сервиса и конечного потребителя на всех стадиях ЖЦ. В проектах, финансируемых или контролируемых государством, к необходимой информации могут иметь доступ уполномоченные государственные структуры.

Информационное сопровождение ЖЦ характеризуется следующими принципиальными особенностями:

- в отличие от компьютерной автоматизации и интеграции отдельных процессов, например в производстве, решаются задачи информационной интеграции всех процессов ЖЦ;
- решаемые задачи выходят за границы отдельного предприятия, участники информационного взаимодействия могут быть территориально удалены

друг от друга, располагаться в разных городах, что характерно, в первую очередь, для интегрированных структур, и даже странах (когда в процессах ЖЦ, преимущественно на послепродажных этапах, оказывается задействованным иностранный заказчик);

- совместно используемая информация очень разнородна: это маркетинговые, конструкторско-технологические, производственные данные, разнообразные данные об эксплуатации изделий, коммерческая и юридическая информация и т.д. Для ее совместного использования способы, технологии представления и корректной интерпретации данных должны быть стандартизованы.

Интегрированная информационная среда должна:

- аккумулировать всю информацию об изделии;
- быть единственным источником данных о нем (прямой обмен данными между участниками ЖЦ исключен);
- формироваться на основе международных, государственных и отраслевых стандартов.

Создается ИИС с помощью программно-аппаратных средств, уже имеющих у участников ЖЦ. В условиях отечественного производства лучше организовывать ИИС в два этапа:

1-й этап — автоматизация отдельных процессов ЖЦ изделия и представление данных на них в электронном виде;

2-й этап — интеграция автоматизированных процессов и относящихся к ним данных.

Создана ИИС может быть для структур разного уровня: от отдельного подразделения до предприятия или корпорации. В основе концепции ИИС лежит использование открытых архитектур, международных стандартов и апробированных коммерческих продуктов обмена данными. Стандартизации подлежат форматы представления данных, методы доступа к данным и их корректной интерпретации. Стандарты являются основным строительным блоком CALS. Более детально они будут рассмотрены далее.

Информационная интеграция базируется на использовании:

- информационной модели ЖЦ продукта и выполняемых в его ходе бизнес-процессов;
- информационной модели продукта;
- информационной производственной и эксплуатационной среды.

2.1. Базовые принципы и технологии интегрированной информационной поддержки жизненного цикла изделий (ИПИ)

Основные понятия концепции ИПИ представлены на рис. 7. Эти понятия условно можно разделить на три группы:

- базовые принципы ИПИ;
- базовые управленческие технологии;
- базовые технологии управления данными.

К первой группе относятся следующие принципы:

- системная информационная поддержка ЖЦ изделия на основе использования ИИС, направленная на сокращение стоимости ЖЦ изделия;
- информационная интеграция за счет стандартизации информационного описания субъектов и объектов ЖЦ изделия;



Рис. 7. Концептуальная модель ИПИ

- разделение программ и данных на основе стандартизации структур данных и интерфейсов доступа к ним;

- безбумажное представление информации, использование электронно-цифровой подписи (ЭЦП);
- непрерывное совершенствование бизнес-процессов, направленное на сокращение сроков вывода изделий на рынок и максимальное удовлетворение требований и ожиданий заказчика на всех стадиях ЖЦ.

Ко второй группе относятся управленческие технологии, инвариантные по отношению к объекту (продукции) и ориентированные на реализацию перечисленных выше принципов:

- управление качеством (Quality Management) и конфигурацией изделия (Configuration Management);
- управление проектами, потоками работ и ресурсами (Project Management/Manufacturing Resource Planning);
- интегрированная логистическая поддержка ЖЦИ.

К третьей группе относятся технологии управления данными об изделии, процессах, ресурсах, используемые при реализации инвариантных и иных управленческих технологий

Как следует из концептуальной модели, представленной на рис. 1, управленческая технология, именуемая интегрированной логистической поддержкой (ИЛП), непосредственно влияет на стоимость ЖЦ изделия (показатель l в выражении для оценки конкурентоспособности), в то время как технологии управления качеством и конфигурацией влияют на показатель q .

Технология управления ресурсами оказывает влияние на экономическую эффективность предприятия, себестоимость продукции и, как следствие, отражается на стоимости поставки изделия потребителю. Отсюда следует, что базовые управленческие технологии в значительной мере определяют как конкурентоспособность продукции, так и конкурентоспособность самого предприятия.

Управленческие технологии реализуются посредством технологий управления данными (PDM-технологий) с использованием инструментальных средств, к числу которых, в первую очередь, относятся системы управления

данными об изделии (системы PDM – Product Data Management). На основе этих систем осуществляется информационная (компьютерная) поддержка управления качеством, процессов управления конфигурацией, анализа логистической поддержки, сбора и обработки данных об изделии на различных стадиях ЖЦ и т.д.

Что касается технологий управления ресурсами, то они реализуются автоматизированными системами класса ERP (Enterprise Resource Planning).

2.2. Архитектура интегрированной информационной среды

ИИС представляет собой модульную систему, в которой реализуются следующие базовые принципы ИПИ:

- прикладные программные средства отделены от данных;
- структуры данных и интерфейс доступа к ним стандартизованы;
- данные об изделии, процессах и ресурсах не дублируются, число ошибок в них минимизируется, обеспечивается полнота и целостность информации;
- прикладные средства работы с данными представляют собой, как правило, типовые коммерческие решения различных производителей, что обеспечивает возможность дальнейшего развития.

ИИС представляет собой хранилище данных, содержащее все сведения, создаваемые и используемые всеми участниками ЖЦ изделия в процессе их производственной деятельности. Это хранилище по необходимости имеет сложную структуру и многообразные внешние и внутренние связи. В рамках отдельного предприятия – производителя изделия ИИС, как минимум, оно должно включать в свой состав две базы данных: общую – об изделии (изделиях) (ОБДИ) и общую – о предприятии (ОБДП).

Общая база данных о предприятии имеет информационные связи с процессами технологической и организационно-экономической подготовки производства и собственно производством (включая процессы отгрузки и транспортировки готовой продукции).

Информация, связанная с процессами ЖЦ продукции, представляется в

ИИС посредством ИО. При создании нового изделия и технологической подготовке его производства средствами конструкторских и технологических САПР (CAD/CAM) в ИИС создаются ИО, описывающие структуру изделия, его состав и все входящие компоненты: детали, подузлы, узлы, агрегаты, комплектующие, материалы и т.д. Каждый ИО обладает набором характеристик (атрибутов), описывающих свойства отображаемого им реального физического (материального) объекта.

ИО в составе ОБДИ содержат в стандартном формате информацию, необходимую на всех стадиях ЖЦ для всех изделий, выпускаемых предприятием. Каждый ИО идентифицируется уникальным кодом и может быть извлечен из ОБДИ для выполнения действий с ним. Как уже отмечалось, кроме ИО, относящихся (прямо или косвенно) к изделиям, в ИИС содержится информация о предприятии: производственной и управленческой структуре, технологическом и вспомогательном оборудовании, персонале, финансах и т.д.

Таким образом, совокупность баз данных, входящих в состав ИИС, обеспечивает все информационные потребности процессов, образующих ЖЦ изделия.

2.3. Система PDM как основа ИИС

Методы и программные средства управления данными об изделии (PDM) играют системообразующую роль в ИИС, обеспечивая сбор и хранение рационально структурированных данных о конструкции изделия, технологии его изготовления и эксплуатации, а также о ресурсах, требуемых для осуществления процессов, и предоставление этой информации другим автоматизированным системам.

Согласно ISO 10303 система PDM строится на основе стандартизированной объектной модели данных и оперирует следующими основными понятиями:

- изделие/версия изделия/конфигурация изделия/экземпляр изделия;
- структура изделия;

- контекст представления данных (конструкторский, технологический, эксплуатационный и т.д.);
- электронный технический (конструкторский, технологический, эксплуатационный) документ;
- состояние (статус) документа, структуры, свойства, процесса, ресурса;
- электронно-цифровая подпись;
- поток работ;
- ресурс;
- свойство (характеристика);
- единица измерения;
- категория.

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия, в зависимости от их назначения, делят на изделия основного производства и на изделия вспомогательного производства. К изделиям основного производства следует относить изделия, предназначенные для поставки (реализации). К изделиям вспомогательного производства следует относить изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия (объединения), изготовляющего их.

Методической основой любой PDM-системы является представление инженерных данных об изделии в виде древовидного или сетевого графа, вершинами которого являются компоненты изделия, связанные с ними бизнес-процессы и используемые ресурсы. С вершинами графа могут быть связаны документы и свойства (характеристики) объектов (изделий, процессов, ресурсов, документов).

Структура изделия определяется отношениями входимости, установленными между его составными частями. *Входимость* – понятие, характеризующее использование составных частей изделия в составе конечного изделия или/и его составных частей.

С объектами типа «изделие» отношениями ассоциации могут быть связаны объекты типа «процесс» и «документ». В свою очередь объекты: «изделие», «процессы», «ресурсы», «документы» и т.д. могут быть связаны с объектами типа «класс» отношениями классификации. Между вершинами графа могут также быть установлены связи, отражающие отношения преобразования, заменяемости и т.д. С процессами ресурсными отношениями (через объект «ресурс») могут быть связаны другие изделия («оснастка», «инструмент»). Интересно заметить, что оснастка, являющаяся одним из ресурсов для выполнения технологического процесса, рассматривается и описывается как изделие и может иметь свою технологию изготовления, с которой может быть связана оснастка 2-го уровня и т.д.

Источниками информации для PDM могут служить автоматизированные системы проектирования, из которых PDM может получить данные о структуре изделия и документы (в том числе 3D-модели), а также системы технологического проектирования, из которых поступает информация о составе технологических процессов, используемых ресурсах и т.д.

Аккумулируя результаты конструкторско-технологического проектирования, PDM одновременно выступает и источником нормативной информации: в базах данных PDM содержатся справочники материалов, стандартных и покупных изделий, сведения об используемой оснастке, инструменте, технические характеристики оборудования, данные об организационной структуре и кадровом составе предприятия и т.д.

Информационная модель PDM выступает основой ИИС, с использованием которой решаются различные производственные задачи. Например, нетрудно показать, как на основе такой модели построить общую базу данных технологического оборудования, одновременно удовлетворяющую информационные потребности различных служб предприятия: главного механика, главного технолога, бухгалтерии и т.д. (табл. 4).

Представление данных о технологическом оборудовании в разных контекстах

Объекты базы данных	Контекст		
	Служба главного механика	Служба главного технолога	Бухгалтерия
Изделие (металлорежущий станок)	Модель технологического оборудования	Модель технологического оборудования	Модель технологического оборудования
Свойства изделия	Паспортные технические характеристики, изготовитель, цена	Паспортные технические характеристики	Балансовая стоимость
Экземпляр изделия	Инвентарный номер экземпляра, дата ввода в эксплуатацию, срок очередного ремонта	Инвентарный номер экземпляра, срок очередного ремонта	Инвентарный номер экземпляра
Состав экземпляра	Перечень основных обслуживаемых компонентов	—	—
Состояние экземпляра изделия	Данные о состоянии	—	—
Свойства экземпляра изделия	Фактическая точность обработки	Фактическая точность обработки	—

Для технологических задач (описания технологических возможностей оборудования) достаточно использовать объекты изделие и свойства изделия, которыми описываются марка (модель) технологического оборудования и его основные технические характеристики.

Для задач службы главного механика, отвечающего за поддержание оборудования в рабочем состоянии, используются объекты: изделие, экземпляр изделия, состояние экземпляра изделия, состав экземпляра изделия, свойства экземпляра изделия. Этими объектами описываются конкретные единицы (экземпляры) оборудования, установленные в цехах предприятия, их состояние

и свойства (например, фактическая точность), состав обслуживаемых компонентов и т.д.

2.3.1. Задачи, решаемые PDM-системами. Функции PDM-систем

С помощью PDM-систем можно решать самые разнообразные задачи информационной поддержки жизненного цикла изделий, в том числе автоматизировать работу с документами; создавать информационно-справочные системы предприятия; осуществлять информационную поддержку конструкторско-технологической подготовки производства; осуществлять информационную поддержку изделия на этапе производства; осуществлять информационную поддержку изделия на этапе эксплуатации; реализовывать информационную поддержку решения задач менеджмента качества; осуществлять информационную поддержку взаимодействия с другими предприятиями; управлять проектами. Для решения перечисленных выше задач типовая PDM-система должна обладать определенным набором функций, которые перечислены ниже.

Функции работы с изделиями:

- управление версиями изделий;
- управление составом изделий с учетом правил применяемости по дате и серийному номеру;
- заимствование готовых изделий и создание аналогичных изделий на основе имеющихся;
- просмотр входимости изделий (определение узлов, включающих данное изделие или деталей, изготавливаемых из данного материала);
- задание норм расхода материалов с учетом различных условий производства (например, основной и вспомогательный материалы);
- задание и просмотр изделий, заменяющих данное (заменяемость);
- задание и просмотр внешних обозначений для изделия;
- управление классификацией изделий с возможностью использования произвольного количества систем классификации и разграничением прав доступа для каждого пользователя системы к каждому классу/подклассу изде-

лий;

- определение полного и подетального состава изделий (перечня деталей, входящих в изделие, с указанием их общего количества, необходимого для сборки данного изделия);
- одновременное сравнение состава и характеристик произвольного количества изделий с возможностью отображения только различий;
- описание конкретных партий и экземпляров изделий с возможностью задания их характеристик и присвоения им статусов;
- автоматический контроль уникальности обозначения изделия.

Функции работы с документами:

- хранение документов произвольного формата;
- управление внесением изменений в документы путем поддержки дерева версий документов;
- ведение журнала изменений документа;
- присоединение сопроводительных документов к изменениям документа;
- блокирование документов при внесении в них изменений для устранения возможности параллельного внесения изменений в один и тот же документ различными пользователями;
- поддержка структурируемых документов с возможностью задания собственной структуры для каждой версии документа.

Функции работы с характеристиками:

- настройка словаря характеристик и единиц измерения с возможностью описания взаимосвязи единиц измерения;
- задание значений характеристик для изделий, партий и экземпляров изделий, а также для документов и их версий;
- поддержка списковых и табличных характеристик.

Функции групповой работы над проектами:

- группирование различной информации в папки, образующие древо-

видную структуру, для упрощения доступа к ней участников проекта;

- обмен сообщениями между пользователями системы с возможностью передачи вместе с сообщением произвольного количества файлов и ссылок на объекты базы данных;
- задание статусов для любого объекта базы данных в соответствии с ролями, индивидуально настраиваемыми для каждого пользователя системы (при задании статусов возможно использование ЭЦП);
- многоуровневое управление доступом каждого пользователя системы к любому объекту базы данных;
- организация личного рабочего пространства пользователя;
- настройка параметров работы с системой как индивидуальная для каждого пользователя, так и единая для всех пользователей.

Функции поиска информации:

- поиск любого объекта базы данных по обозначению, наименованию или их комбинации;
- поиск изделий и экземпляров изделий по произвольной комбинации их статусов, характеристик и ассоциированных с ними документов;
- поиск документов по произвольной комбинации их статусов.

Интеграция с CAD- и PDM-системами:

- обмен данными практически со всеми CAD и PDM-системами через обменный файл ISO 10303-21 (ГОСТ Р ИСО 10303-21).

Возможности расширения функциональности системы:

- низкоуровневый программный интерфейс, соответствующий ISO 10303-24 (SDAI);
- высокоуровневый программный интерфейс, позволяющий использовать возможности системы при разработке приложений в различных средах;
- высокоуровневый программный интерфейс, позволяющий использовать возможности системы при разработке приложений в средах, поддерживающих технологию ActiveX (Delphi, Visual Basic, C++ Builder и т.д.).

3 БАЗОВЫЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

3.1. Управление проектами

3.1.1. Определения и основные свойства

В современной литературе и практике *проектом* принято называть совокупность действий, направленных на достижение поставленной производственной или коммерческой цели и связанных с использованием и расходом ресурсов различного типа. Примерами проектов являются выполнение контракта на поставку изделия, разработка комплекта документации или ввод изделия в эксплуатацию. Технология управления проектами не зависит от содержания проектов, что позволяет рассматривать ее как базовую (инвариантную) технологию.

Выделим основные свойства человеческой деятельности, для того чтобы ее можно было определять как проект:

- направлена на достижение конкретных целей;
- включает в себя координированное выполнение взаимосвязанных действий;
- имеет ограниченную протяженность во времени, с определенным началом и концом;
- в определенной степени неповторима и уникальна.

Одним из основных свойств проекта является его направленность на достижение конкретных целей. Проекты нацелены на получение определенных результатов – иными словами, они направлены на достижение целей. Именно эти цели являются движущей силой проекта, и все усилия по его планированию и реализации предпринимаются для того, чтобы эти цели были достигнуты. Проект обычно предполагает целый комплекс взаимосвязанных целей. Например, основной целью проекта, связанного с компьютерным программным обеспечением, может быть разработка информационной системы управления предприятием. Промежуточными целями (подцелями) могут быть разработка базы дан-

ных, разработка математического и программного обеспечения, тестирование системы. В разработке базы данных, в свою очередь, также могут быть выделены цели более низкого уровня – разработка логической структуры базы данных, реализация базы данных с помощью СУБД, загрузка данных и т.д.

Тот факт, что проекты ориентированы на достижение цели, имеет огромный внутренний смысл для управления ими. Прежде всего он предполагает, что важной чертой управления проектами является точное определение и формулирование целей, начиная с высшего уровня, а затем, постепенно опускаясь до наиболее детализированных целей и задач. Отсюда следует, что проект можно рассматривать как преследование тщательно выбранных целей, продвижение проекта вперед связано с достижением целей все более высокого уровня, пока, наконец, не достигнута конечная цель.

Следующей отличительной чертой проекта является координированное выполнение взаимосвязанных целей. Проекты сложны уже по самой своей сути. Они включают в себя выполнение многочисленных взаимосвязанных действий. В отдельных случаях эти взаимосвязи достаточно очевидны (например, технологические зависимости), в других случаях они имеют более тонкую природу. Некоторые промежуточные задания не могут быть выполнены, пока не завершены другие; некоторые задания могут осуществляться только параллельно и т.д. При нарушении синхронизации выполнения разных заданий весь проект может быть поставлен под угрозу. Если немного задуматься над этой характеристикой проекта, становится очевидным тот факт, что проект – это система, т.е. целое, складывающееся из взаимосвязанных частей, причем система динамическая, и, следовательно, требующая особых подходов к управлению.

Еще одна черта проекта – ограниченная протяженность во времени. Проекты выполняются в течение конечного периода времени. Они временны. У них есть более или менее четко выраженные начало и конец. Проект заканчивается, когда достигнуты его основные цели. Значительная часть усилий в работе направлена именно на обеспечение того, чтобы проект был завершен в намечен-

ное время. Для этого готовятся графики, показывающие время начала и окончания заданий, входящих в проект.

Отличие проекта от производственного процесса заключается в том, что проект является однократной, не циклической деятельностью. Серийный же выпуск продукции не имеет заранее определенного конца во времени.

3.1.2. Управление проектами

Управление проектом представляет собой методологию организации, планирования, руководства, координации человеческих и материальных ресурсов на протяжении жизненного цикла проекта, направленную на эффективное достижение его целей путем применения системы современных методов, техники и технологий управления для достижения определенных в проекте результатов по составу и объему работ, стоимости, времени, качеству.

Для эффективного управления проектами система должна быть хорошо структурирована. Суть *структуризации* (говорят также декомпозиции) сводится к разбивке проекта и системы его управления на подсистемы и компоненты, которыми можно управлять.

Основной структурной единицей участников проекта является *команда проекта* – специальная группа, которая становится самостоятельным участником проекта (или входит в состав одного из этих участников) и осуществляет управление инвестиционным процессом в рамках проекта.

Жизненный цикл проекта (промежуток времени между моментом появления, зарождения проекта и моментом его ликвидации, завершения) является исходным понятием для исследования проблем финансирования работ по проекту и принятия соответствующих решений. Жизненный цикл может делиться на следующие фазы:

- *концептуальная фаза*, включающая формулирование целей, анализ инвестиционных возможностей, обоснование осуществимости (техно-экономическое обоснование) и планирование проекта;

- *фаза разработки проекта*, включающая определение структуры работ и исполнителей, построение календарных графиков работ, бюджета проекта, разработку проектно-сметной документации, переговоры и заключение контрактов с подрядчиками и поставщиками;
- *фаза выполнения проекта*, включающая работы по реализации проекта, включая строительство, маркетинг, обучение персонала;
- *фаза завершения проекта*, включающая в общем случае приемочные испытания, опытную эксплуатацию и сдачу проекта в эксплуатацию;
- *эксплуатационная фаза*, включающая приемку и запуск, замену оборудования, расширение, модернизацию, инновацию.

3.1.3. Классификация типов проектов

Методы управления проектами в значительной степени зависят от масштаба (размера) проекта, сроков реализации, качества, ограниченности ресурсов, места и условий реализации. Ниже рассмотрены «классические» типы проектов, классифицированные по масштабам, срокам реализации, качеству исполнения, ограниченности ресурсов, конструктивному исполнению, участникам.

Малые проекты невелики по масштабу, просты и ограничены объемами. Так, в американской практике:

- капиталовложения: до 10–15 млн. долл.;
- трудозатраты: до 40–50 тыс. чел/ч.

Примеры типичных *малых проектов*: опытно-промышленные установки, небольшие (часто – в блочно-модульном исполнении) промышленные предприятия, модернизация действующих производств.

Малые проекты допускают ряд упрощений в процедуре проектирования и реализации, формировании команды проекта (можно просто кратковременно перераспределить интеллектуальные, трудовые и материальные ресурсы). Вместе с тем затруднительность исправления допущенных ошибок в связи с дефицитом времени на их устранение требует весьма тщательного опреде-

емных характеристик проекта, участников проекта и методов их работы, графика проекта и форм отчета, а также условий контракта.

Мегaproекты – это целевые программы, содержащие множество взаимосвязанных проектов, объединенных общей целью, выделенными ресурсами и отпущенным на их выполнение временем. Такие программы могут быть международными, государственными, национальными, региональными (например, развитие свободных экономических зон, республик, малых народностей Севера и т.д.), межотраслевые (обслуживание интересов нескольких отраслей экономики), отраслевые и смешанные. Как правило, программы формируются, поддерживаются и координируются на верхних уровнях управления: государственном (межгосударственном), республиканском, областном, муниципальном и т.д.

Мегaproекты обладают рядом отличительных черт:

- высокой стоимостью (порядка 1 млрд. руб. и более);
- капиталоемкостью – потребность в финансовых средствах в таких проектах, как правило, требует нетрадиционных (акционерных, смешанных) форм финансирования, обычно силами консорциума фирм;
- трудоемкостью – 2 млн. чел./ч на проектирование, 15–20 млн. чел./ч на строительство;
- длительностью реализации – 5–7 и более лет;
- необходимостью участия других стран;
- отдаленностью районов реализации, а следовательно, дополнительными затратами на инфраструктуру;
- влиянием на социальную и экономическую среду региона и даже страны в целом.

Сложные проекты подразумевают наличие технических, организационных или ресурсных задач, решение которых предполагает нетривиальные подходы и повышенные затраты на их решение. Естественно, на практике встречаются «скошенные» варианты сложных проектов с преобладающим влиянием какого-либо из перечисленных видов сложности – например, использование не-

традиционных технологий строительства, значительное число участников проекта, сложные схемы финансирования и др. – все это суть проявления сложности проектов.

Краткосрочные проекты обычно реализуются на предприятиях по производству новинок различного рода, на опытных установках, восстановительных работах. На таких объектах заказчик обычно идет на увеличение окончательной (фактической) стоимости проекта против первоначальной, поскольку более всего он заинтересован в скорейшем его завершении.

Бездефектные проекты в качестве доминирующего фактора используют повышенное качество.

Обычно стоимость *бездефектных проектов* весьма высока и измеряется сотнями миллионов и даже миллиардами долларов, например – проект атомной электростанции.

Международные проекты отличаются значительной сложностью и стоимостью. Они выполняют важную роль в экономике и политике тех стран, для которых они разрабатываются.

Такие проекты обычно основаны на взаимодополняющих отношениях и возможностях партнеров. Нередко для решения задач таких проектов создаются совместные предприятия, объединяющие двух или более участников для достижения некоторых коммерческих целей под определенным совместным контролем. При этом каждый партнер вносит свой вклад и определенным образом участвует в прибылях.

3.1.4. Цель и стратегия проекта

Различают генеральную цель (говорят также – *миссию*) проекта среди целей первого (и, возможно, последующих) уровня, а также подцелей/задач, действий и результатов.

Миссия – это генеральная цель проекта, четко выраженная причина его существования. Она детализирует статус проекта, обеспечивает ориентиры для определения целей следующих уровней, а также стратегий на различных орга-

низационных уровнях. Говорят также, что *миссия* – это главная задача проекта с точки зрения его будущих основных услуг или изделий, его важнейших рынков и преимущественных технологий.

Стратегия проекта - центральное звено в выработке направления действий с целью получения обозначенных миссией и системой целей результатов проекта. Подготовку стратегии проекта можно условно разделить на три последовательных процедуры:

- стратегический анализ;
- разработка и выбор стратегии;
- реализация стратегии.

Стратегический анализ начинается с анализа внешней и внутренней среды. Со стороны внешней среды можно ожидать либо угрозы, либо возможности для реализации проекта.

К числу факторов **внешней среды** относят:

- технологические факторы (уровень существующих, наличие новых технологий);
- ресурсообеспеченность (наличие, доступность);
- экономические факторы (инфляция, процентные ставки, курсы валют, налоги);
- ограничения государственного сектора (лицензирование, законодательство);
- социальные факторы (уровень безработицы, традиции, вкусы, пол, возраст);
- политические факторы (внешняя, внутренняя, экономическая);
- экологические факторы (уровень загрязнения, мероприятия);
- конкуренты (количество, размеры, сила).

Внутренняя среда включает:

- целевые рынки (ниша, в которой работает фирма, круг ее потребителей);

- маркетинговые исследования (наличие специалистов, бюджет маркетинга);
- сбыт (объема продаж, скидки);
- каналы распределения (как, через кого продается);
- производство (оборудование, технология, площади);
- персонал (квалификация, численность, мотивация, корпоративная культура);
- снабжение (поставщики, условия и системы поставки);
- исследование и разработка НИОКР (уровень, бюджет);
- финансы (структура капитала, оборачиваемость, ликвидность, финансовое состояние);
- номенклатура продукции (степень диверсификации).

Исходя из миссии, целей организации, на основе результатов различных видов анализа разрабатывается стратегия.

Разработка и выбор стратегии осуществляются на трех различных организационных уровнях:

- *корпоративная стратегия* (общее направление развития, т.е. стратегия роста, сохранения или сокращения);
- *деловая стратегия* (стратегия конкуренции конкретного товара на конкретном рынке). Стратегия проекта разрабатывается в рамках деловой стратегии, т.е. отвечает на вопрос, каким образом продукция проекта будет конкурировать на рынке. Очевидно, что выбор стратегии проекта должен существовать в рамках уже выбранного общего направления развития организации. При разработке деловой стратегии используют три основных подхода:
 - стратегия лидерства в издержках;
 - стратегия дифференциации (уникальности по какому-либо направлению);
 - стратегия концентрации на определенных направлениях (группе покупателей, номенклатуре изделий и географии их сбыта).

- *функциональная стратегия* (разрабатывается для каждого функционального подразделения с целью конкретизации выбранной стратегии проекта).

3.1.5. Результат проекта

Под результатом проекта понимают продукцию, результаты, полезный эффект проекта. В качестве результата и в зависимости от типа/цели проекта могут выступать: научная разработка, новый технологический процесс, программное средство, строительный объект, реализованная учебная программа, реструктурированная компания, сертифицированная система качества и т.д. Об успешности проекта (результата) судят по тому, насколько он (результат) соответствует по своим затратным/доходным, инновационным, качественным, временным, социальным, экологическим и другим характеристикам запланированному уровню.

3.1.6. Управляемые параметры проекта

Управляемыми параметрами проекта являются:

- объемы и виды работ по проекту;
- стоимость, издержки, расходы по проекту;
- временные параметры, включающие сроки, продолжительности и резервы выполнения работ, этапов, фаз проекта; а также взаимосвязи работ;
- ресурсы, требуемые для осуществления проекта, в том числе: человеческие или трудовые, финансовые, материально-технические, разделяемые на строительные материалы, машины, оборудование, комплектующие изделия и детали, а также ограничения по ресурсам;
- качество проектных решений, применяемых ресурсов, компонентов проекта и прочее.

Проект и процесс его реализации, осуществления являются сложной системой, в которой сам проект выступает как управляемая подсистема, а управляющей подсистемой является управление проектом.

3.1.7. Окружение проектов

Проект имеет ряд свойств, о которых целесообразно помнить, так как это помогает методически правильно организовать работу по его реализации:

- проект возникает, существует и развивается в определенном окружении, называемом внешней средой;
- состав проекта не остается неизменным в процессе его реализации и развития: в нем могут появляться новые элементы (объекты) и из его состава могут удаляться некоторые его элементы;
- проект, как и всякая система, может быть разделен на элементы, при этом между выделяемыми элементами должны определяться и поддерживаться определенные связи.

Разделение всей сферы деятельности, в которой появляется и развивается проект, на собственно «проект» и «внешнюю среду» в определенной степени условно. Причины этого заключаются в следующем:

1. Проект не является жестким стабильным образованием: ряд его элементов в процессе реализации проекта могут менять свое местоположение, переходя в состав проекта из внешней среды и обратно.
2. Ряд элементов проекта могут использоваться как в его составе, так и вне его. Типичным примером этому могут служить специалисты, одновременно работающие как над реализацией конкретного проекта, так и над решением некоторых других проблем (в частности, над выполнением какого-то другого проекта).

В практике бизнес-планирования обычно подлежат изучению три аспекта окружения проекта:

- политический, а именно – отношение федеральных и местных властей к проекту;
- территориальный, включающий изучение конкурентных предложений на рынке аналогичной продукции;
- экологический, связанный с необходимостью обеспечения экологической безопасности проекта.

3.1.8. Структуризация проектов

Структуризация, суть которой сводится к разбивке проекта на иерархические подсистемы и компоненты, необходима для того, чтобы проектом можно было управлять.

Структура проекта призвана определить продукцию, которую необходимо разработать или произвести, и связывает элементы работы, которые предстоит выполнить, – как между собой, так и с конечной целью проекта.

Кроме того, процесс структуризации проекта является неотъемлемой частью общего процесса планирования проекта и определения его целей, а также подготовки сводного (генерального) плана проекта и матрицы распределения ответственности и обязанностей.

3.1.9. Функции и подсистемы управления проектами

Управленческие функции включают основные, базовые виды деятельности, которые должны осуществлять управляющие работники на всех уровнях и во всех предметных областях по проекту.

Функции управления проектом осуществляются на всех этапах и фазах управления проектом и включают:

- планирование,
- контроль проекта,
- анализ,
- принятие решений,
- составление и сопровождение бюджета проекта,
- организацию осуществления,
- мониторинг,
- оценку,
- отчетность,
- экспертизу,
- проверку и приемку,
- бухгалтерский учет, администрирование.

Подсистемы управления проектами формируются в зависимости от структуры предметных областей и управляемых элементов проекта, относительно самостоятельных в рамках проекта. Предметные области и управляемые элементы в рамках проекта в самом общем виде включают: сроки, трудовые ресурсы, стоимость и издержки, доходы, закупки и поставки ресурсов и услуг, ресурсы (уже закупленные), изменения по проекту, риски проекта, информацию и коммуникации, качество и пр. Эти подсистемы присутствуют практически в любом проекте. В каждом конкретном проекте могут добавляться специфические подсистемы.

Отличие подсистем от функций управления проектом заключается в том, что подсистемы ориентированы на предметную область, а функции нацелены на специфические процессы, процедуры и методы. Управление подсистемой включает выполнение практически всех функций. Так, планирование расходов и контроль расходов базируются на одной и той же предметной области - затратах, а планирование расходов и планирование качества базируются на одинаковых процедурах составления планов, сетевом моделировании и прочих.

Подсистемы системы управления проектом по основным предметным областям подразделяются: на управление содержанием проекта, объемами работ, временем, продолжительностью, стоимостью, качеством, закупками и поставками, распределением ресурсов, человеческими ресурсами, рисками, запасами ресурсов, информацией и коммуникациями и интеграционное (координационное) управление.

3.1.10. Методы управления проектами

Методы управления проектами позволяют:

- определить цели проекта и провести его обоснование; выявить структуру проекта (подцели, основные этапы работы, которые предстоит выполнить);
- определить необходимые объемы и источники финансирования;

- подобрать исполнителей – в частности через процедуры торгов и конкурсов; подготовить и заключить контракты;
- определить сроки выполнения проекта, составить график его реализации, рассчитать необходимые ресурсы;
- рассчитать смету и бюджет проекта, планировать и учитывать риски;
- обеспечить контроль хода выполнения проекта.

Методы управления проектами включают такие, как: сетевое планирование и управление, календарное планирование, логистику, стандартное планирование, структурное планирование, ресурсное планирование, имитационное моделирование на ПК и другие.

3.1.11. Организационные структуры управления проектами

Реализация проекта происходит в рамках организации, структура которой в значительной степени влияет на успех проекта. Выделяют следующие принципиальные организационные формы:

- *функциональная структура*, предполагающая использование существующей функциональной иерархической структуры организации. Менеджер проекта осуществляет лишь общую координацию работ;
- *дивизиональная форма* организации управления (разновидность функциональной структуры, сформированная по региональному, продуктовому или технологическому признакам);
- *проектная структура*. Данный подход предполагает, что комплекс работ проекта разрабатывается независимо от иерархической структуры организации;
- *матричная структура*. Промежуточная форма, объединяющая преимущества проектной и функциональной структур управления. Могут быть выделены три разновидности матричной структуры организации:
 - *слабая матрица*: координатор проекта отвечает за координацию задач по проекту, но имеет ограниченную власть над ресурсами;

- сбалансированная матрица: менеджер проекта координирует все работы и разделяет ответственность за достижение цели с руководителями функциональных подразделений;
- жесткая матрица: менеджер проекта обладает максимальными полномочиями, но и несет полную ответственность за выполнение задач проекта.

3.1.12. Участники проектов

Участники проекта – основной элемент его структуры, так как именно они обеспечивают реализацию его замысла.

В зависимости от типа проекта в его реализации могут принимать участие от одной до нескольких десятков (иногда – сотен) организаций. У каждой из них свои функции, степень участия в проекте и мера ответственности за его судьбу.

Все эти организации, в зависимости от выполняемых ими функций, принято объединять в совершенно конкретные группы (категории) *участников проекта*.

Главный участник – *заказчик* – будущий владелец и пользователь результатов проекта. В качестве заказчика может выступать как физическое, так и юридическое лицо. При этом заказчиком может быть, как одна единственная организация, так и несколько организаций, объединивших свои усилия, интересы и капиталы для реализации проекта и использования его результатов.

Заказчиками (застройщиками) могут быть инвесторы (см. ниже), а также иные физические и юридические лица, уполномоченные инвесторами осуществлять реализацию инвестиционных проектов.

Не менее важная роль принадлежит *инвестору* – стороне, вкладывающей средства в проект. В некоторых случаях это – одно лицо с заказчиком. Если инвестор и заказчик – не одно и то же лицо, инвестор заключает договор с заказчиком, контролирует выполнение контрактов и осуществляет расчеты с другими участниками проекта.

Проектно-сметную документацию разрабатывают специализированные проектные организации, обобщенно называемые *проектировщиком*. При этом ответственной за выполнение всего комплекса этих работ обычно является одна организация, называемая *генеральным проектировщиком* (*генпроектировщиком*).

Материально-техническое обеспечение проекта (закупки и поставки) обеспечивают организации – поставщики, которые можно объединить под названием *поставщик* (или *генеральный поставщик*).

Подрядчик (*генеральный подрядчик, субподрядчик*) – юридическое лицо, несущее ответственность за выполнение работ в соответствии с контрактом.

Этим исчерпывается круг привычных для отечественного специалиста участников проекта. В последние годы реалии рыночной экономики и методы управления проектами заставили дополнить состав участников проекта новыми лицами.

В первую очередь, это фирмы и специалисты, привлекаемые на контрактных условиях для оказания консультационных услуг другим участникам проекта по всем вопросам его реализации. Их обобщенно называют *консультантом*.

Следует упомянуть еще о *лицензиаре* – юридическом или физическом лице – обладателе лицензий и «ноу-хау», используемых в проекте. *Лицензиар* предоставляет (обычно на коммерческих условиях) право использования в проекте необходимых научно-технических достижений.

Особое место в осуществлении проекта занимает *руководитель проекта* (в принятой на Западе терминологии – *проект-менеджер* или *менеджер проекта*). Это – юридическое лицо, которому заказчик (инвестор или другой участник проекта) делегируют полномочия по руководству работами по проекту: планированию, контролю и координации работ участников проекта. Под руководством руководителя (менеджера) Проекта работает *команда проекта* – специфическая организационная структура, возглавляемая руководителем проекта и создаваемая на период осуществления проекта с целью эффективного достижения его целей.

Завершая рассмотрение функций основных участников проекта, отметим важнейшую роль *банка* – одного из основных инвесторов, обеспечивающих финансирование проекта. В обязанности *банка* входит непрерывное обеспечение проекта денежными средствами, а также кредитование генподрядчика для расчетов с субподрядчиками, если у заказчика нет необходимых средств.

В ходе выполнения проекта участники проекта, действуя в соответствии с заданной технологией (моделью процесса), получают и выполняют задания, соответствующие структурным элементам бизнес-процесса (работам).

Автоматизация управления потоком таких заданий есть функция другой базовой технологии управления – технологии управления потоком работ (англ. термин workflow).

3.1.13. Информационные системы управления проектами

Перечислим перечень основных задач, для решения которых используются системы управления проектами:

- разработка расписания исполнения проекта без учета ограниченности ресурсов;
- разработка расписания исполнения проекта с учетом ограниченности ресурсов (leveling);
- определение критического пути и резервов времени исполнения операций проекта;
- определение потребности проекта в финансировании, материалах и оборудовании;
- определение распределения во времени загрузки возобновляемых ресурсов;
- анализ рисков и планирование расписания с учетом рисков;
- учет исполнения проекта;
- анализ отклонений хода работ от запланированного и прогнозирование основных параметров проекта.

В качестве примера системы управления проектами рассмотрим один из самых распространенных пакетов – **MS Project** (разработчик – Microsoft). Его стандартный *офисный* интерфейс позволяет быстро научиться использовать продукт. Ранние версии этого продукта не особенно блистали своей функциональностью, однако версии, начиная с MS Project 2003 радуют своими обширными возможностями интеграции с другим ПО от Microsoft.

Microsoft Office Project обычно состоит из следующих продуктов и решений:

- Microsoft Project Standard — однопользовательская версия для небольших проектов
- Microsoft Project Professional — корпоративная версия продукта, поддерживающая совместное управление проектами и ресурсами, а также управление портфелями проектов с помощью Microsoft Project Server.
- Microsoft Project Web Access — Web-интерфейс для отчетности о выполнении задач, а также просмотра портфелей проектов
- Microsoft Project Portfolio Server — продукт для отбора проектов для запуска на основе сбалансированных показателей, вошел в состав Microsoft Project Server с версии MS Project 2010

Начиная с 2013 года Microsoft начинает поставлять облачную версию Microsoft Project Online.

Microsoft Office Project Standard – настольное приложение для индивидуального планирования и управления проектами. Используя дружественный интерфейс Microsoft Office, менеджеры проектов могут быстро разрабатывать календарные планы работ, планировать использование ресурсов и отслеживать ход проекта.

Microsoft Office Project Professional – настольное приложение, исполняющее роль клиента в связке с сервером Microsoft Project Server. Содержит всю функциональность Microsoft Project Standard и в связке с Microsoft Project Server обеспечивает пользователей средствами корпоративного управления проектами. Помимо традиционных средств планирования, менеджерам проек-

тов предоставляются централизованные настройки, единый пул ресурсов и возможность автоматически согласовывать свои планы с другими проектами. Менеджерам портфеля проектов предоставляется инструмент для эффективного управления ресурсами предприятия.

Microsoft Office Project Web Access – еще один продукт этого комплексного решения. Имеет Веб-интерфейс Microsoft Project, позволяющий не только менеджерам, но и остальным участникам проектов получить доступ к проектной информации через Веб-браузер Internet Explorer. Он является составной частью Microsoft Project Server. В сочетании с Windows SharePoint Services обеспечивает управление документами, вопросами и рисками проектов. Для использования Microsoft Project Web Access пользователи должны обладать клиентской лицензией на доступ к Microsoft Project Server.

Еще одним достаточно известным продуктом является **Time Line** (разработчик – Time Line Solutions). Очень многие компании в нашей стране, в том числе строительные, начинали свой путь к внедрению систем управления проектами именно с этого продукта. Этот пакет начал продаваться еще в начале девяностых. Были локализованы две версии – 5.0 для DOS и 1.0 для Windows. Отличная функциональность и при этом простота использования, сделали его весьма распространенным пакетом. В 1995 году, уже под маркой Symantec, была выпущена версия 6.5 для Windows. Недостатком этой версии можно считать не очень хорошо реализованный принцип WYSIWYG. На этом развитие пакета, к сожалению, остановилось. Локализованной версии выпущено не было. По сведениям компании, занимавшейся продвижением **Time Line** на российском рынке, продажи его прекращены несколько лет назад.

Primavera Project Planner (разработчик – Primavera Inc.).

Primavera Project Planner Professional - программный продукт предназначен для автоматизации процессов управления проектами в соответствии с требованиями PMI (Project Management Institute) и стандартами ISO. В первую очередь он предназначен для использования в составе корпоративной информационной системы, хотя вполне может работать и автономно, помогая решать

задачи календарно-сетевого планирования, определения критического пути, выравнивания ресурсов, what-if анализа и другие задачи моделирования проектов, групп проектов, портфелей и программ

Для построения интегрированной системы управления проектами компания Primavera Inc. предлагает несколько продуктов: для использования на нижних уровнях управления – **SureTrak Project Manager**, профессиональный пакет управления проектами **Primavera Project Planner** для работы со сложными многоуровневыми иерархическими проектами и систему масштаба предприятия, работающую по технологии клиент/сервер **Primavera Project Planner for the Enterprise**.

В качестве системы управления контактами, предлагается полностью локализованный **Expedition**; обеспечивать доступ к проектной информации, используя Интернет, призван **Webster for Primavera**.

Для пользователей, которым требуются только отдельные функции Primavera Enterprise или Primavera Expedition, предназначены Web-приложения, основанные на Internet/intranet-технологии: Primavision, Progress Reporter и Expedition Analyzer. Для пользователей, которым нужна только информация по проектам, поддерживается автоматически формируемый и динамически обновляемый Web-сайт проекта.

Интегрированным информационным решением для управления проектами является Для пользователей, которым требуются только отдельные функции Primavera Enterprise или Primavera Expedition, предназначены Web-приложения, основанные на Internet/intranet-технологии: Primavision, Progress Reporter и Expedition Analyzer. Для пользователей, которым нужна только информация по проектам, поддерживается автоматически формируемый и динамически обновляемый Web-сайт проекта..

Пакет **Spider Project** (разработчик/представитель в России – компания «Технологии управления «Спайдер»). Без преувеличения можно сказать, что **Spider Project** представляет собой лучшую отечественную систему управления

проектами. Пример окна программы приведен на рис. 8. От версии к версии заметно улучшается не только интерфейс системы, но и ее функциональность.

К особенностям пакета Spider Project, выгодно отличающим его от западных аналогов, относятся:

- Наилучшие расписания выполнения работ и оптимальное использование ресурсов проектов. Планы, составленные **Spider Project**, как правило, имеют меньшую длительность, а значит и стоимость, чем планы, составленные зарубежными пакетами.
- Возможность не только задания длительности, но и планирования сроков исполнения работ, исходя из их объемов и производительности назначенных ресурсов.
- Возможность автоматического назначения ресурсов, исходя из их квалификации.

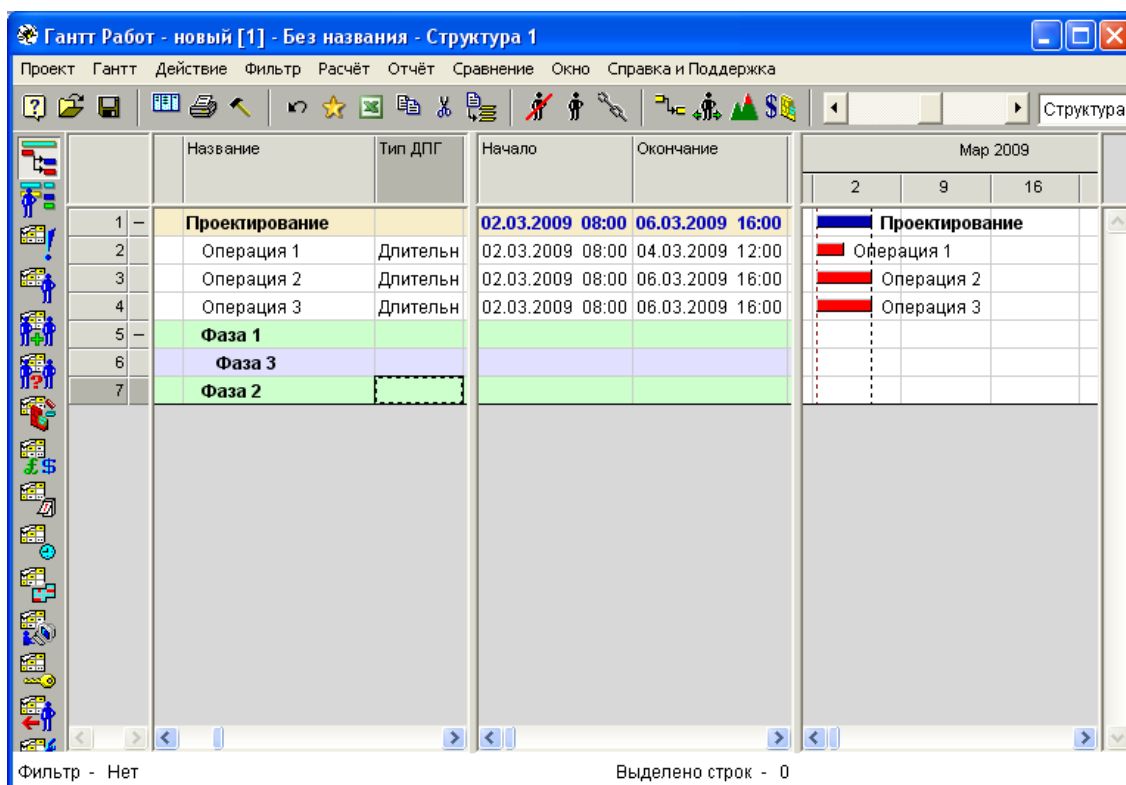


Рис. 8. Окно программы Spider Project

- Неограниченное количество иерархических структур работ и ресурсов, центров затрат и материалов.

- Возможность создания и использования в проектах различных баз данных, в том числе нормативных расценок и расходов материалов на единицу объема, производительностей и загрузки ресурсов на типовых работах и т.д.
- Возможность создания и одновременной работы с неограниченным числом версий проектов.
- Встроенная система анализа рисков и управления резервами по срокам и стоимости работ.
- Расчет трендов вероятностей успеха
- Возможность использования в проектах любых дополнительных характеристик работ, ресурсов и назначений.
- Самые широкие возможности стоимостного и ресурсного анализа проектов. В одном проекте можно параллельно вести анализ затрат в различных единицах и при разных нормативных базах.
- Возможность моделирования не только затрат, но и доходов, не только расхода, но и производства ресурсов. Подсчет Cash Flow для всех статей затрат, а также для любых материалов проекта.
- Возможность создания, хранения и включения в проекты типовых фрагментов проектов.
- Оптимальная организация групповой работы и мультипроектного управления.
- Встроенная система учета, позволяющая не только корректировать оставшиеся длительности и объемы работ, но и получать отчеты по исполнению проекта в любых разрезах и за любой промежуток времени.
- Встроенное руководство по управлению проектами, полностью охватывающее международные стандарты и учитывающее специфику управления проектами в России.
- Поточная диаграмма – компактный и наглядный способ отображения графика работ проекта, являющийся одной из многочисленных особенностей пакета **Spider Project**.

Еще одна российская система Advanta, является аналогом Project Server.

Имеет следующие особенности и возможности:

- Удобная и функциональная диаграмма Ганта;
- Постановка и приёмка задач, контроль расписания исполнителей;
- Электронный архив документов проекта;
- Управление ресурсами - планирование и учет времени;
- Планирование платежей, контроль оплат;
- Панель управления проектом с показателями в режиме онлайн.

3.2. Управление конфигурацией

3.2.1. Основные понятия и определения

Управление конфигурацией (УК) – управленческая технология, связанная с разработкой, выпуском и поддержкой ЖЦ сложных изделий, производимых во многих вариантах, в том числе – по конкретным требованиям заказчика. За рубежом эта технология получила широкое распространение, о чем свидетельствуют многочисленные нормативные документы (MIL-STD-2549, MIL-STD-481, ISO 10007:95), монографии и другие публикации.

Для отечественной промышленности технология УК является сравнительно новой и ее применение связано с рядом специфических проблем, первой из которых является правильное понимание термина «конфигурация» и всех производных от него, включая понятие «управление конфигурацией». Эта проблема состоит в том, что в русском языке слово «конфигурация» несет вполне определенную семантическую нагрузку: «Конфигурация – внешнее очертание, а также взаимное расположение предметов или их частей». Такая трактовка существенно отличается от смысла, который вкладывается в это понятие зарубежными источниками, что порождает многочисленные разночтения. Для их преодоления необходимо прежде всего сформулировать корректные определения, которые позволили бы в дальнейшем построить теорию и методологию, а затем и технологию УК, которые, с одной стороны, отвечали бы смыслу зарубежных нормативных документов, а с другой – были полностью и однозначно

понимаемы отечественными специалистами.

Управление конфигурацией (УК – Configuration Management) – управленческая технология, связанная с контролем соответствия характеристик изделия заданным требованиям на всех стадиях ЖЦ.

Стартовой точкой для УК являются установление, согласование между заказчиком и поставщиком и формализация контрактных требований, из которых ясно следуют обязательства поставщика. Важным результатом УК является тот факт, что потребителю поставляется не только само изделие, но и документированные доказательства того, что изделие и все его компоненты соответствуют заданным требованиям. Это, с одной стороны, служит основой гарантии качества, а с другой – защищает поставщика от необоснованных претензий.

Технология УК обеспечивает целостность и документирование всех данных об изделии, «прослеживаемость» (traceability) всех шагов, связанных с внесением изменений в структуру, состав и конструкцию как конечного изделия, так и его компонентов. Это позволяет в любой момент воспроизвести процесс изготовления экземпляра изделия с гарантией получения его требуемых характеристик.

Технология УК опирается на ряд специфических понятий, рассмотренных ниже.

В соответствии с действующей нормативной документацией в инженерной практике принято использовать следующие определения:

Базовое изделие – изделие, для которого на некоторую дату разработан и утвержден в установленном порядке полный комплект технической документации. Базовое изделие является основой, относительно которой разрабатываются модификации и исполнения.

Модификация изделия – разновидность изделия, создаваемая на основе изделия, принятого за базовое, с целью расширения или специализации сферы его использования. Создание модификаций – один из видов разработки, которая в зависимости от задач может сводиться: к изменению компоновки составных частей, конструкции рабочих органов или органов управления, изменению

внешнего вида и т.д. Обычно создание модификации связано с некоторым изменением функциональности изделия: его расширением (в сторону большей универсальности) или сужением (специализацией) сферы его применения.

Исполнение изделия – разновидность изделия, создаваемая на основе изделия, принятого за базовое, с целью обеспечить его использование в специфических условиях окружающей среды или удовлетворить специфические требования заказчика в отношении комфортности изделия (как правило, без изменения функциональности). Создание исполнения изделия – один из видов разработки, заключающийся в применении к изделию и/или его компонентам особых видов покрытий, способов окраски, пропитки, отделки (внешней и внутренней) и т.д.

Семейство изделий – базовое изделие и все разновидности (модификации, исполнения), создаваемые на основе базового.

Как следует из изложенного, приведенные выше определения касаются базового изделия и его разновидностей, отличающихся друг от друга функциональными, физическими и эксплуатационными характеристиками, и образующих в совокупности семейство изделий. Следовательно, *конфигурацию* можно определить как понятие, обобщающее понятия «модификация», «исполнение» и им подобные и обозначающее разновидность изделия, входящего в семейство изделий, обладающего конкретным набором свойств.

На разных стадиях своего ЖЦ изделие может существовать в разных формах. Так, например, на стадии замысла и начальной стадии разработки изделие существует в форме спецификации, определяющей свойства будущего изделия. На стадии проектирования изделие существует в форме комплекта документации и только на стадии изготовления изделие обретает материальное воплощение с конкретными функциональными, физическими и эксплуатационными свойствами.

Отсюда следует, что корректно определить понятие конфигурации можно только в контексте соответствующей стадии ЖЦ изделия, поскольку это понятие соответствует разным информационным и материальным сущностям.

Поэтому ниже вводятся понятия функциональной, проектной и физической конфигурации с соответствующими определениями.

Документация конфигурации (Configuration documentation) – документация, позволяющая определить и идентифицировать функциональные, физические и эксплуатационные характеристики изделия. В качестве документации конфигурации (ДК) принято рассматривать технические требования (условия), чертежи изделия, схемы, результаты расчетов и испытаний и т.д. в бумажной или электронной формах.

Функциональная конфигурация – набор требований, предъявляемых заказчиком к изделию, сгруппированный в соответствии с его функциональной структурой. Как правило, функциональная конфигурация формируется на стадии технического задания и/или технического предложения и оформляется в виде функциональной ДК (ФДК).

Проектная конфигурация – набор проектных (расчетных) характеристик, удовлетворяющий требованиям, зафиксированным в функциональной конфигурации, сгруппированный в соответствии со структурой изделия, созданной в процессе проектирования (проектной структуры) и содержащей конкретные технические решения по всем функциональным элементам. Оформляется в форме проектной ДК (ПДК).

Физическая конфигурация – набор фактических (измеренных) характеристик экземпляра изделия, изготовленного производителем на основании проекта, которые удовлетворяют проектным характеристикам и зафиксированы в «физической» ДК (ФзДК), содержащей, помимо чертежей, спецификаций и иных необходимых документов, результаты выходного контроля и испытаний изделия.

Базовая конфигурация (baseline, БК) – конфигурация изделия (функциональная, проектная или физическая), утвержденная в установленном порядке.

Объект управления конфигурацией (Объект конфигурации (ОК) – Configuration Item) – любое техническое или программное средство (или их комбинация), которое выполняет конечную функцию (или некоторую функцию

конечного изделия), выделено для целей управления конфигурацией и обладает определенным набором атрибутов (свойств, характеристик).

Управление конфигурацией (Configuration Management) – управленческая технология, направленная на установление и поддержание соответствия эксплуатационных, функциональных и физических атрибутов (свойств, характеристик) изделия заданным требованиям в ходе ЖЦ изделия.

Если УК осуществляется в рамках ИИС, то задача сводится к преобразованию и сопоставлению соответствующих информационных моделей изделия в ходе его ЖЦ.

В соответствии с описанными понятиями и требованиями ISO 10007:95 технология управления конфигурацией состоит из следующих операций (процедур):

1. Идентификация конфигурации:

- группирование требований, выделение ОК, «отвечающих» за отдельные группы функциональных и иных характеристик изделия, введение обозначений;

- утверждение функциональной ДК и идентификация ФБК.

2. Контроль конфигурации:

- установление связей между ОК и конструкторскими данными, которые должны содержать оценки характеристик изделия, полученные расчетными или экспериментальными методами (в зависимости от стадии ЖЦ);

- сопоставление полученных данных с требованиями, содержащимися в ОК, обнаружение ОК и соответствующих им конструктивных элементов, «ответственных» за отклонение от требований;

- внесение и документирование изменений в конструкцию изделия и его элементов с целью устранения отклонений от требований;

- установление последовательности (очередности) внесения и утверждения изменений; идентификация изменений;

- оценка эффективности реализованных изменений в отношении степени удовлетворения требований и связанных с этим затрат.

3. Учет статуса конфигурации – процедура систематической проверки и документального оформления наличия утверждений ОК, БК всех видов и иных объектов, относящихся к конфигурации.

4. Аудит конфигурации: совокупность процедур систематической проверки соответствия между требованиями, предъявляемыми к изделию и его компонентам, и их фактическими свойствами (характеристиками), выполняемая на всех стадиях ЖЦ.

В конкретных производственных ситуациях возможны некоторые вариации описанной технологии, в том числе относящиеся к формированию базовых конфигураций, модификаций и исполнений изделия, как по инициативе заказчика, так и по инициативе предприятия – разработчика и поставщика изделия.

3.2.2. Контексты управления конфигурацией

Содержание понятий конфигурации и УК приобретает некоторые особенности в зависимости от того, в каком контексте они применяются. Ниже рассматриваются некоторые из этих контекстов

Потребительский контекст. Главная задача заказчиков сложных технических систем – формулирование и отслеживание требований, которые обязан выполнить поставщик. В качестве такого заказчика, например, применительно к военной технике, обычно выступают государственные (правительственные) учреждения. В этом контексте УК выглядит как многоступенчатый процесс формирования и анализа многообразных требований к свойствам и структуре изделия, а также многократное подтверждение того, что эти требования выполняются на разных стадиях ЖЦ изделия. На начальных стадиях этого процесса формируется и анализируется укрупненная информационная модель (ИМ), отображающая структуру изделия и входящие в нее основные ОК – функциональные узлы (системы) изделия (например, для самолета – планер, силовая установка и т.п.). Задача УК, с точки зрения (в контексте требований) заказчика, состоит в следующем:

- в «декомпозиции» общих требований к изделию таким образом,

чтобы выделить из них группы, которые можно однозначно сопоставить конкретным ОК; эти группы включаются в состав ИМ в форме желаемых свойств;

- в формировании ИМ функциональной структуры изделия, состоящей из выделенных ОК, оформлении и утверждении соответствующей БК; сопоставлении требований к ОК, входящих в функциональную БК, со свойствами предлагаемых разработчиком конкретных технических решений, реализующих ОК, в том числе посредством расчетных методов и моделирования;

- в выявлении отклонений и принятии решений о необходимости внесения изменений в конструкции изделия и ОК с целью сближения заданных требований и получаемых характеристик; в проверке эффективности решений, принятых разработчиком, с точки зрения достижения этой цели;

- в проверке корректности ИМ, отображающей принятые изменения.

Для выполнения перечисленных действий заказчик и поставщик (разработчик) назначают уполномоченных лиц – менеджеров по конфигурации.

После реализации и соответствующего документирования изменений процесс оценки свойств и характеристик повторяется, может повторяться и весь описанный цикл. В результате, при необходимости, исходная функциональная БК может быть скорректирована и заменена новой.

Этот цикл может повторяться и на последующих стадиях ЖЦ изделия: после завершения процесса проектирования, изготовления и испытаний опытного образца, установочной серии, головного образца, а также в процессе использования изделия по назначению, когда могут быть скорректированы ранее выставленные требования или произведена замена компонентов

В ходе этих циклов, естественно, должны выполняться все операции, предусмотренные технологией УК.

Конструкторский контекст. Конструкторский контекст возникает с началом процесса проектирования изделия и сохраняет силу на последующих стадиях ЖЦ. В этом контексте на базе ИМ, отображающей функциональную БК, формируется проектная БК, которая используется в последующих контекстах: технологическом, производственном, эксплуатационном, ремонтном и т.д.

В процессе проектирования первоначально созданная ИМ преобразуется в новую – проектную ИМ, в которой исходные ОК декомпозируются на ОК низших рангов, что необходимо для рациональной организации разработки и проектирования основных функциональных компонентов изделия (систем, агрегатов, узлов и т.д.).

При этом технические требования к ОК наследуются из предыдущего контекста и используются как основа для принятия технических (проектных) решений как по изделию в целом, так и по его компонентам (узлам, агрегатам, сборочным единицам и т.д.), т.е. ОК низших рангов.

В конструкторском контексте общие технические требования к изделию преобразуются (декомпозируются) в конкретные технические требования и технические условия, которым должны удовлетворять компоненты (ОК) по всем принятым к рассмотрению уровням. Все это находит отражение в проектной ИМ. Свойства конкретных реализаций проверяются на соответствие этим требованиям расчетными, модельными и экспериментальными методами.

Подход, основанный на декомпозиции требований, на первый взгляд представляется единственно возможным для логического решения задачи УК в конструкторском контексте, ибо позволяет выполнять поэлементный анализ соответствия ОК заданным требованиям. При этом однако могут выпасть из рассмотрения «синергетические эффекты», т.е. эффекты, возникающие во взаимодействии элементов. Эта проблема требует специфических решений в конкретных ситуациях.

Функциональные и проектные конфигурации модификаций и исполнений отличаются от соответствующих конфигураций базового изделия, поскольку обладают несколько иными характеристиками и удовлетворяют измененному набору требований. Это отражается в идентификаторах модификаций и исполнений. Такие идентификаторы, как правило, наследуют общую группу идентификационных символов, соответствующих базовому изделию и указывающих на принадлежность к семейству, а также имеют уникальные символы, отличающие модификации и исполнения друг от друга внутри семейства.

Пример: семейство автомобилей **ВАЗ 2110**, модификации: **ВАЗ 2111**, **ВАЗ 2112** (жирным шрифтом выделены наследуемые символы).

Во избежание путаницы следует подчеркнуть отличие понятия базового изделия от понятия базовой конфигурации, которые иногда ошибочно полагают тождественными. Суть отличия состоит в том, что для базового изделия, как и для любой модификации, и любого исполнения могут быть созданы функциональная и проектная БК. По существу, любая БК представляет собой зафиксированную на некоторый момент времени структуру, присущие ей свойства и значения этих свойств. Относительно этой структуры в процессе уточнения требований к изделию и проектирования проводятся изменения, после утверждения которых создаются новые БК. Этот процесс схематически показан на рис. 9. Отсюда следует, что понятие БК несколько шире понятия базового изделия.

Это достаточно тонкое отличие может сыграть определенную роль при решении проблемы унификации компонентов.

Отметим, что применение технологий УК целесообразно для изделий, имеющих достаточно сложную функциональную структуру, в которой можно выделить ОК, выполняющие в составе конечного изделия четко определенные

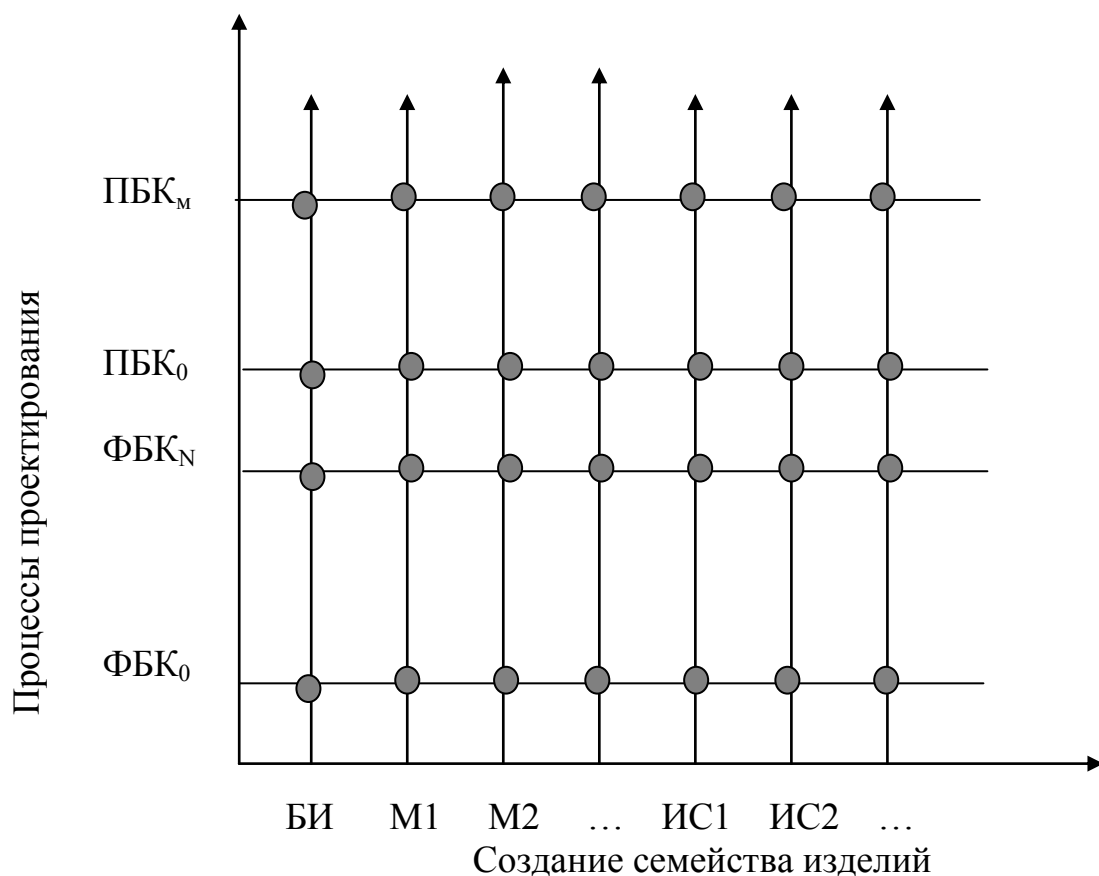


Рис. 9. Процесс формирования базовых конфигураций изделия:

БИ – базовое изделие; M1, M2 ... - модификации;

ИС1, ИС2, ... - исполнения;

ФБК₀ – «нулевая» функциональная базовая конфигурация;

ФБК_N – N-ая » функциональная базовая конфигурация;

ПБК₀ - «нулевая» проектная базовая конфигурация;

функции и обладающие значимым набором характеристик, сопоставимых с подмножеством требований, предъявляемых к конечному изделию.

3.2.3. Информационные аспекты управления конфигурацией

В ряде зарубежных спецификаций (NPDM, SPS) вводится понятие Product Concept – «концепция изделия» (КИ), описывающее класс подобных изделий, которые организация (предприятие) предлагает своим покупателям (потребителям, заказчикам). Идею изделия представляет КИ, которая отвечает потенци-

альным или реальным требованиям покупателей и может быть сформирована на основании маркетинговых исследований, т.е. задолго до того, как изделие получит конструктивное или материальное воплощение. По физическому смыслу КИ можно трактовать, как обозначение и (необязательно) краткое описание основных свойств семейства изделий. Иными словами КИ – чисто информационное понятие, которое может выглядеть, например, следующим образом:

Концепция изделия

Обозначение (идентификатор) – ВАЗ 2110

Наименование (имя) – Лада

Описание: автомобиль легковой, малолитражный с передним приводом и базой 2400 мм

Сегмент рынка: средний класс в ценовом диапазоне до \$10000

Каждой КИ может быть поставлен в соответствие набор требований (характеристик), например, в виде таблицы, фрагмент которой приведен ниже (см. табл. 5).

Таблица 5

Набор требований к изделию

Параметр	Значение	Дополнительно
Масса, кг	Не более 900	—
Масса снаряженная, кг	Не более 1200	—
Двигатель	Дизель (Д)	С наддувом (НД)
		Без наддува (БНД)
	Бензиновый (Б)	Карбюраторный (К)
		Инжекторный (И)
Рабочий объем, л	1,5 – 2,0	—
Мощность, л.с.	80,0 – 140,0	—
Трансмиссия	Механическая с ручным управлением (МКП)	—
	С автоматическим управлением (АКП)	—
Масса, кг	Не более 900	—
Кузов	Седан	«Наследуемый» из предыдущей серии
		Оригинальный
	Универсал	Оригинальный

Уже эта простая таблица указывает на три важных факта:

1. Содержит функциональную структуру конечного изделия (выделенные жирным шрифтом слова в левом столбце), т.е. сведения о компонентах, которые в дальнейшем можно рассматривать как ОК.

2. Содержит классификационные (качественные) признаки компонентов, которые в потребительском контексте могут рассматриваться как требования к конечному изделию (желаемые свойства), а также количественные характеристики, обеспечиваемые компонентами.

3. Показывает, что требования (свойства) могут быть представлены в форме древовидного графа, отражающего отношения классификации.

На рис. 10 показана функциональная структура изделия. Будучи документально оформленной и утвержденной в установленном порядке, такая структура приобретает статус ФБК. Адекватное описание этой структуры в информационной среде есть исходная ИМ изделия. Ее компоненты можно в дальнейшем рассматривать как ОК. При этом КИ можно трактовать как ОК нулевого уровня, а компоненты – ОК первого уровня.

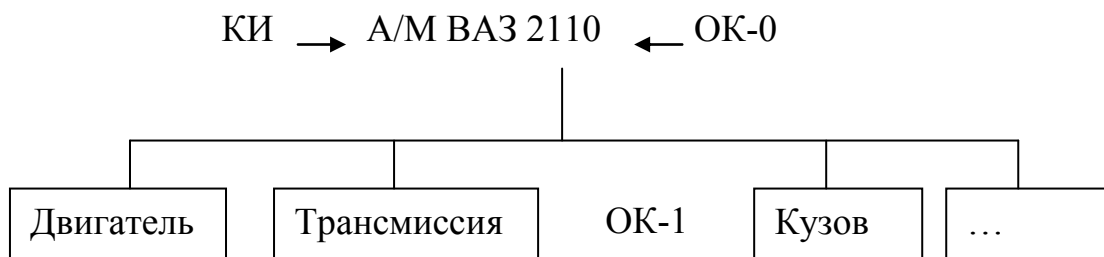


Рис. 10. Функциональная структура изделия

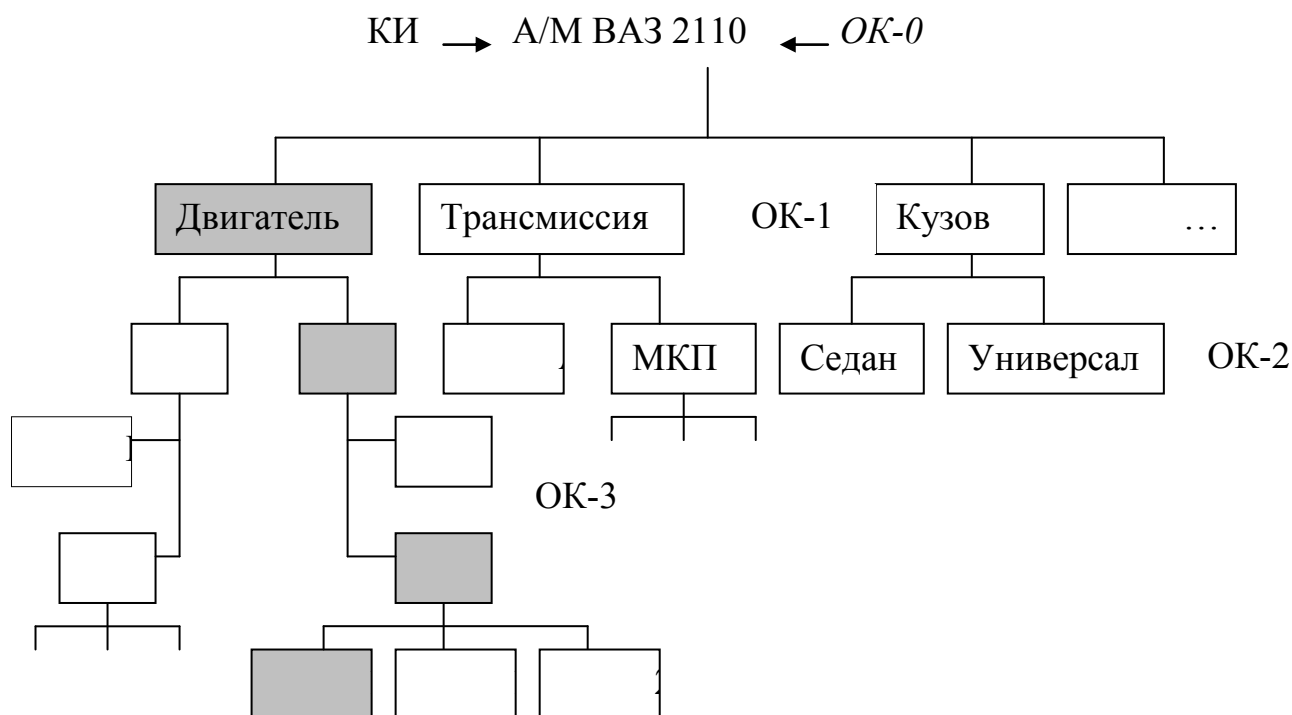


Рисунок 11. Графическое представление данных табл. 5:

Д – дизель; БНД – без наддува; НД – с наддувом;

Б – бензиновый; И – инжекторный; К – карбюраторный

АКП – автоматическая коробка передач;

Эту схему можно развить, включив в нее более подробные данные о модификациях (исполнениях) каждого компонента, что и сделано (частично) на рис. 11, который отображает все три отмеченных выше факта. В этом случае мы вправе трактовать элементы (вершины) получившегося дерева как ОК низших уровней (второго, третьего, четвертого и т.д.). Следует при этом помнить, что вершины дерева в рассматриваемом примере отображают свойства и/или требования к компонентам, а само дерево – расширенный классификатор ОК.

Например, выделяя в дереве подграф, вершины которого обозначены серым цветом, заказчик формулирует следующее требование: *«Требуется автомобиль из семейства ВАЗ 2110 с двигателем бензиновым, инжекторным, с рабочим объемом 1,5 л»*.

Возможен иной способ задания требований и характеристик, при котором с каждым элементом функциональной структуры (см. рис. 10) ассоциируется

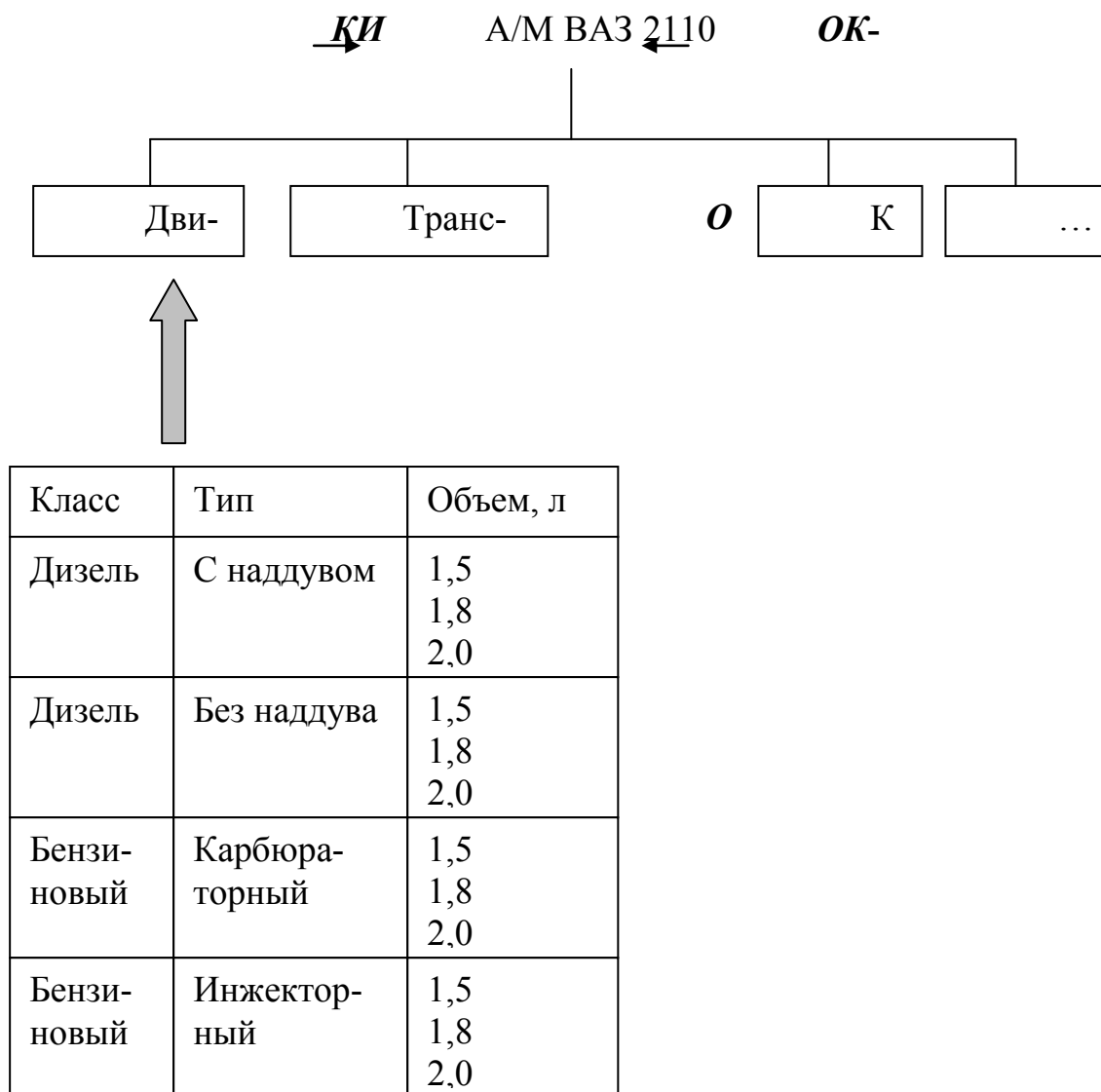


Рис. 12. Функциональная структура с ассоциированной таблицей характеристик

таблица характеристик (рис. 12). Выбирая строку из этой таблицы, заказчик формулирует свое требование так же, как указано выше.

Можно сделать следующие важные выводы:

1. Если в графе (рис. 11) для каждого ОК, образующего уровень ОК-1, выделить единственный подграф (маршрут), приводящий к некоторой конечной вершине, то мы получим новый граф, однозначно отображающий требования к модификации или исполнению изделия (но еще не само изделие). Вершины этого нового графа будут представлять множество ОК в пользовательском контексте. С другой стороны, множество таких графов служит функциональным описанием семейства изделий, порожденного одной КИ.

2. Тот же результат можно получить из представления типа на рис. 12, если из каждой таблицы, ассоциированной с ОК уровня ОК-1, выбрать по единственной строке и таким образом построить полный набор требований к модификации или исполнению изделия при существенно меньшем числе ОК. Множество подобных описаний также может служить общим функциональным описанием семейства изделий, порожденного одной КИ.

3. Схема на рис. 13 является обобщенным результатом двух описанных выше способов. Здесь КИ-0 – концепция изделия, содержащая общие требования к семейству изделий. ОК 01 ...ОК 0n представляют описания функциональных конфигураций модификаций и исполнений изделий, входящих в класс КИ-0, т.е. структурированные и идентифицированные наборы требований к модификациям и исполнениям (ОК высшего уровня). Эти наборы одним из описанных выше двух способов декомпозируются на «поднаборы», относящиеся к функциональным компонентам и идентифицированные как

$$\text{ОК } 0j-1 \dots \text{ОК } 0j-m \ (j=1, \dots, n)$$

На схеме число «поднаборов» одинаковое для каждого образа функциональной конфигурации, хотя, строго говоря, это не всегда так, поскольку помимо основного комплекта компонентов в отдельные конфигурации могут входить дополнительные опции, однако сути дела это не меняет.

Некоторые компоненты могут быть элементами своих классов, т.е. быть ОК, относящимися к своим КИ (КИ-1, ... КИ-m). На схеме ОК каждого уровня относятся к одному классу (например, все автомобили семейства ВАЗ 2110 оснащаются только бензиновыми двигателями), что, впрочем, совершенно не обязательно. Другие же могут изначально не принадлежать известному классу и требуют специальной разработки. Для них соответствующий «поднабор» требований должен быть подвергнут дальнейшей декомпозиции (см. ОК 03-k).

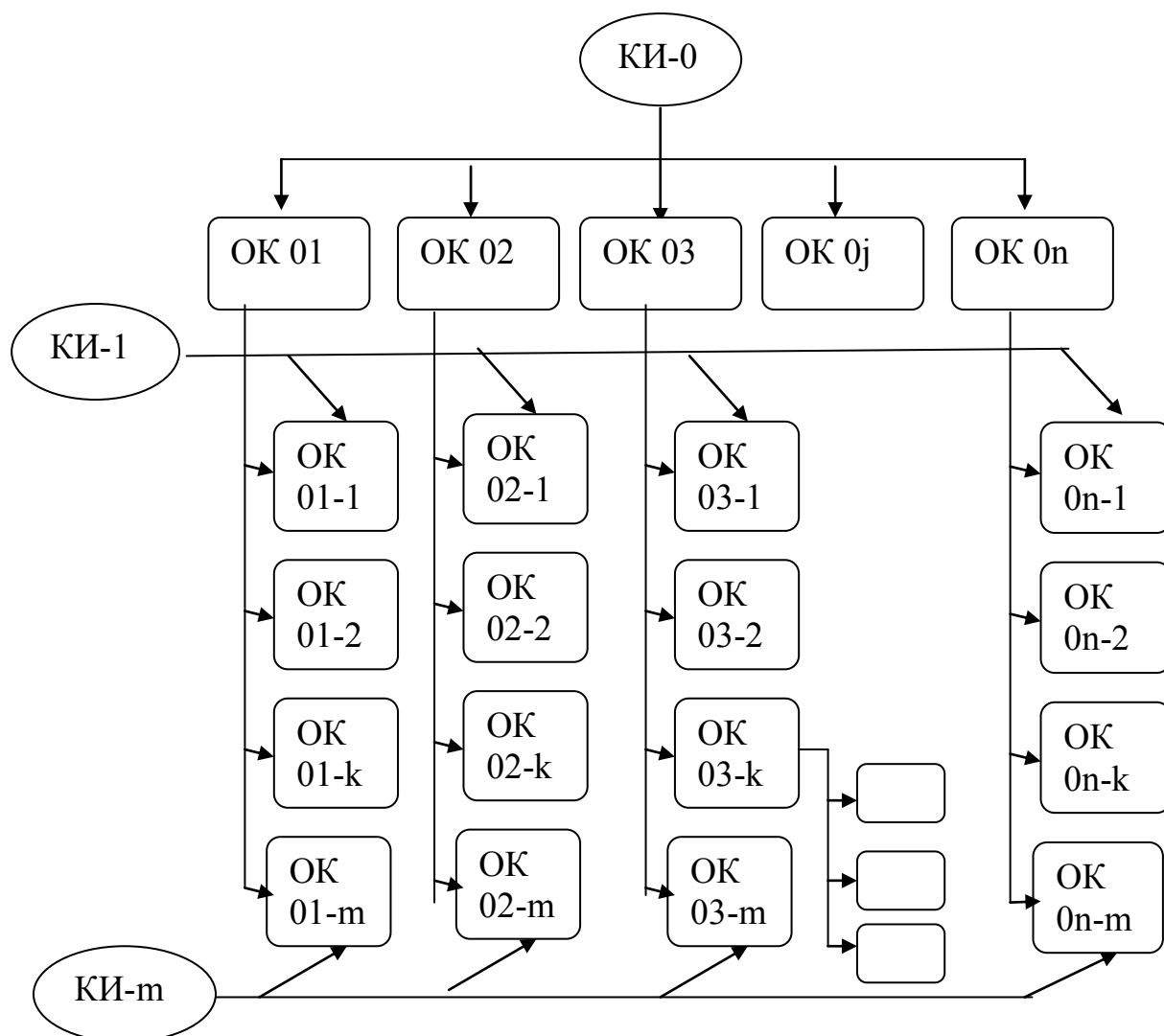


Рис. 13. Представление конфигураций в семействе изделий

Документированный результат описанного выше процесса образует множество функциональных конфигураций изделий, относящихся к семейству изделий, порожденному одной КИ.

После того как в контакте потребителя и разработчика подобная структура, связанная с формированием, декомпозицией и идентификацией требований, отображена соответствующей ИМ, необходим переход в конструкторский контекст, т.е. выбор и принятие конструкторских решений, результатом чего является новая ИМ, отображающая проектную конфигурацию.

В состав такой ИМ входят специальные информационные объекты, определяющие конкретное конструкторское решение, соответствующее идентифи-

цированному в ОК набору требований. Если для компонента изделия (модификации, исполнения) существуют готовые решения (имеющиеся в продаже или ранее спроектированные), то задача сводится к поиску подходящего варианта в соответствующей базе данных (каталоге, архиве и т.п.). При этом данные, содержащиеся в ОК, служат поисковым образом. Результат поиска может оказаться не единственным. В этом случае придется либо задавать дополнительные требования (т.е. корректировать ОК), либо (при равноценности найденных решений) воспользоваться правилами применяемости, либо принимать волевое решение.

Если готовых решений нет, то начинается процесс проектирования отсутствующих компонентов, в ходе которого описанная выше процедура может быть применена к компонентам низшего уровня (см. рис. 12).

Таким образом, на множестве ИМ, создаваемых на последовательно сменяющихся друг друга стадиях ЖЦ (и в различных контекстах), устанавливается и прослеживается соответствие между деревом требований и конструкторским деревом изделия (т.е. между функциональной и проектной конфигурациями). Иными словами, обеспечивается согласование требований и фактических свойств изделия, что и является основным смыслом технологии УК.

Сформированная описанным способом, документированная и утвержденная в установленном порядке проектная конфигурация приобретает статус ПБК

Здесь следует отметить несколько важных обстоятельств:

1. Число уровней в дереве требований, как правило, не слишком велико. В частности (см. рис. 10, 12), это дерево может иметь одну общую вершину и один уровень конечных вершин (т.е. быть «звездным» графом). Конструкторское (проектное) дерево должно иметь такое число уровней, которое полностью (до деталей) описывает изделие.

2. Вершины дерева требований помечаются идентификаторами, соответствующими классам (подклассам, группам) компонентов. Метки вершин конструкторского дерева должны содержать обозначения (номера) конструкторских документов, в соответствии с которыми эти компоненты могут быть

изготовлены.

3. Некоторые требования (например, общая масса автомобиля в табл. 5) изначально не всегда могут быть декомпозированы применительно к ОК, входящим в состав дерева требований. Зато в конструкторском дереве с любой его вершиной может быть ассоциирована соответствующая характеристика (масса), так что непосредственным суммированием по дереву может быть найдена общая масса изделия и установлено, выполняется или не выполняется требование.

4. Все описанные выше и другие графы, порождаемые в процессе проектирования, и связанные с их вершинами и ребрами объекты (характеристики, документы, правила и т.д.) отображаются последовательностью развивающихся и уточняемых ИМ. Технология УК позволяет воздействовать на этот процесс таким образом, чтобы обеспечить сближение (в пределах допуска) требований и фактических свойств изделия и ОК.

3.2.4. Сценарии управления конфигурацией

Практическое применение технологии УК зависит от конкретной организационно-производственной ситуации. Рассмотрим некоторые из таких ситуаций.

1. Базовое изделие и его разновидности (модификации и исполнения), т.е. семейство, уже созданы и выпускаются в серийном, крупносерийном или даже массовом производстве (характерный пример – автомобили). Кроме основного семейства в производстве (основном или смежном) освоены дополнительные компоненты, которые могут устанавливаться на все или некоторые разновидности семейства по заказу потребителя (покупателя). Для этих дополнительных компонентов разработчик заранее предусмотрел посадочные (установочные) места, электрические присоединения и т.п., т.е. правила и возможности совместимости этих дополнительных компонентов с изделиями семейства. Информация о семействе хранится в PDM-системе разработчика и производителя, там же хранится информация о дополнительных компонентах.

Потребителю в этом случае информация об изделиях семейства и дополнительных компонентах предоставляется в форме каталогов, бланков заказа и других подобных документов, на основе которых он сопоставляет свои требования с возможностями поставщика (производителя) и делает тот или иной выбор.

Управление конфигурацией в описанной ситуации является внутренним делом производителя и разработчика (в частности – службы (системы менеджмента качества)). Задачи управления конфигурацией при этом состоят в следующем:

- периодически проверять соответствие выпускаемых изделий общим требованиям и конкретным требованиям, относящимся к модификациям и исполнениям (аудит конфигурации выполняется подразделением УК в составе службы качества);
- изучать предложения маркетинговой службы и службы качества (по рекламациям и иным претензиям потребителей) в части совершенствования базы, моделей семейства и дополнительных компонентов и при необходимости и целесообразности инициировать внесение изменений в конструкции с последующим их отслеживанием в проектировании и в производстве;
- обеспечивать своевременную подготовку сопроводительной документации на изменяемые компоненты и т.д.;
- при запуске в производство партий изделий семейства (или отдельных экземпляров) обеспечивать комплектность и актуальность рабочей конструкторской документации (РКД) и т.д.

2. Существуют базовое изделие (база) и набор дополнительных компонентов. Разработаны технологии, основные виды технологической оснастки и т.д. И база, и все компоненты хотя бы один раз были изготовлены. Изделия выпускаются малыми партиями или даже индивидуально по заказам потребителей. Для большинства дополнительных компонентов проработаны установочные места, присоединительные размеры, электрические и гидравлические соединения и т.д. Информация о базе, дополнительных компонентах, ранее вы-

пущенных экземплярах изделий и связанной с ними документации хранится в PDM-системе предприятия.

Потребителю доступна информация о характеристиках базы и дополнительных компонентов. При заказе изделия (партии) потребитель на основе этой информации формулирует свои требования, которые могут быть четырех видов:

- a) база без изменений и дополнительных компонентов, комплектации изделия имеющимися компонентами;
- b) внесение изменений в базу без изменения дополнительных компонентов, которые выбираются из имеющегося набора;
- c) разработка отсутствующих дополнительных компонентов без изменения базы;
- d) изменение базы и разработка отсутствующих дополнительных компонентов.

В этой ситуации служба УК включается в работу на стадии подготовки контракта. В случае a) служба УК должна:

- найти в PDM-системе предприятия вариант изделия, наиболее близкий (по составу дополнительных компонентов) к требованиям заказчика;
- согласовать с конструкторской службой возможности и сроки подготовки нужного комплекта документации;
- выдать информацию финансово-экономическим службам для расчета контрактной цены;
- после заключения контракта обеспечить передачу требуемого комплекта РКД в производство;
- после завершения изготовления изделия убедиться в его соответствии (по составу компонентов) контрактным требованиям и обеспечить подготовку необходимого комплекта сопроводительной документации;
- убедиться в том, что данные об изделии внесены в PDM-систему предприятия и т.д.

В случае b) служба УК должна:

- выступать посредником между разработчиками и заказчиком при переговорах о технических и юридических возможностях (в смысле изменения разрешений, сертификатов и т.д.) внесения требуемых заказчиком изменений в базу;

- при положительном завершении переговоров – участвовать в разработке ТЗ на внесение изменений в базу, отслеживать его реализацию в проектировании и производстве;

- в остальном – см. случай а).

В случае с) служба УК должна:

- выступать посредником между разработчиками и заказчиком при переговорах о технических и юридических возможностях (в смысле изменения разрешений, сертификатов и т.д.) разработки дополнительных компонентов;

- при положительном завершении переговоров – участвовать в разработке ТЗ на создание нового компонента (включая возможности его сопряжения с базой), отслеживать его реализацию в проектировании и производстве;

- внести сведения о новом дополнительном компоненте в перечень компонентов, предлагаемых заказчикам;

- в остальном – см. случай 1.

В случае d) см. случаи b) и c). Во всех описанных выше ситуациях и случаях служба УК – это служба управления конфигурацией поставщика (разработчика).

Однако в соответствии с представлениями зарубежных нормативных документов могут существовать и принимать участие в описанных процессах и процедурах службы УК заказчика (в первую очередь для изделий, заказываемых и поставляемых для государственных нужд, в том числе для армии). В этом случае таким службам принадлежит решающая роль в формировании и согласовании всех требований к изделию, в процедурах выходного контроля и приемки изделий, а также в сборе и передаче поставщику данных об отклонениях от требований, выявленных в процессе использования изделий по назначению.

3. Создание нового изделия по инициативе заказчика. Базового изделия нет. У заказчика имеется представление о том, как должно выглядеть и каким основным требованиям должно удовлетворять будущее изделие (в отечественной терминологии – известен «облик» будущего изделия). Во всяком случае известно, к какому классу изделий относится это будущее изделие (самолет, вертолет, автомобиль, танк, подводная лодка и т.п.). Как правило, известен также некоторый подкласс (истребитель, транспортный самолет, грузовой или штурмовой вертолет и т.д.).

В этой ситуации работа по созданию нового изделия начинается в службе УК заказчика, в задачи которой на начальной стадии проекта входят:

- формирование (на основе «облика») первоначальной функциональной структуры будущего изделия (аналог КИ) и уточнение требований;
- декомпозиция структуры на основные функциональные компоненты и соответствующая декомпозиция требований (выделение ОК верхнего уровня);
- выработка условий и подбор возможных участников тендера на разработку и поставку изделия;
- согласование и уточнение с победителем тендера требований к изделию в целом и к основным его функциональным компонентам (КИ, ОК).

После заключения контракта и начала работы над проектом служба УК заказчика взаимодействует со службой УК поставщика (разработчика) в решении следующих задач:

- в процесс проектирования запрашивает, получает и анализирует данные и документы, подтверждающие (объективно доказывающие) выполнение требований к изделию и к его основным компонентам (ОК);
- на основе анализа выявляет те ОК, по которым требования не выполнены или выполнены не в полном объеме;
- инициирует внесение разработчиком изменений в конструкцию соответствующих компонентов и проверяет результаты этих изменений;
- при необходимости и (или) возможности согласует разрешения на

отклонения и сроки (условия) их действия;

- выполняет аналогичные операции на стадиях выпуска опытных образцов, установочных серий (если таковые предусмотрены), а также в ходе серийного производства и на последующих стадиях ЖЦ (т.е. в ходе использования изделий по назначению);
- сообщает поставщику (разработчику) все сведения о несоответствии требованиям (в том числе по конкретным экземплярам).

В рассматриваемой ситуации служба УК поставщика (разработчика) должна в опережающем режиме (по отношению к службе УК заказчика) проводить перечисленные выше действия, а также более глубоко декомпозировать требования, формируя ОК более низкого уровня, и выполнять описанные выше процедуры по отношению к ним. Кроме того, служба УК поставщика должна выполнять операции, описанные в предыдущих ситуациях

По завершении проекта ситуация сведется к одной из рассмотренных выше.

4. Создание нового изделия по инициативе поставщика. Базового изделия нет. Исходные требования к новому изделию и его «облик» формируются на основе маркетинговых исследований, анализа состояния, тенденций и прогноза развития данного вида техники и т.д. Справедливы все исходные предпосылки ситуации 3 (относительно класса, подкласса и т.д.). Различие состоит лишь в том, что все предпроектные и другие описанные выше функции выполняет служба УК предприятия (разработчика), включая, быть может, подготовку и проведение тендера на поставку некоторых (основных) функциональных компонентов.

Кроме того, даже при создании принципиально нового изделия предприятие стремится использовать имеющийся конструкторский и технологический заделы, что должно найти отражение при формировании новой (базовой) конфигурации. При успешном завершении проекта ситуация сводится к первой или второй.

3.3. Интегрированная логистическая поддержка изделия (ИЛП)

3.3.1. Основные элементы ИЛП

Одним из важных потребительских параметров сложного наукоемкого изделия является величина затрат на поддержку его ЖЦ (life cycle cost), «стоимость ЖЦИ». Эта величина складывается из затрат на разработку и производство изделия, а также затрат на ввод изделия в действие, эксплуатацию и поддержание его в работоспособном состоянии. Для сложного изделия, имеющего длительный срок использования (10–20 лет), затраты, возникающие на постпроизводственных стадиях ЖЦ и связанные с поддержанием изделия в работоспособном состоянии, могут быть равны или превышать (до 2 – 3 раз) затраты на приобретение. Сокращение затрат на поддержку ЖЦ изделия – одна из целей CALS. Комплекс управленческих мероприятий, направленных на сокращение этих затрат, объединяется понятием ИЛП (Integrated Logistic Support). Определение понятия «логистика» приведено ранее.

Обратим внимание на атрибут «интегрированная» в термине *интегрированная логистика*. Реальная потребность в интеграции становится присуща всем коммерческим предприятиям, независимо от отраслевой принадлежности. Сегодняшние условия развития экономики России настоятельно требуют создания условий по объединению промышленных, торговых предприятий и компаний, обслуживающих инфраструктуру рынка, в интегрированные логистические системы. Именно они способны быстро, своевременно и с минимальными затратами осуществлять поставки продукции потребителю.

Иногда даже говорят о «виртуальном предприятии» (обсуждалось ранее). Интеграция наиболее ярко проявляется не только в межфункциональной координации внутри фирмы, но и в преодолении межфирменных, межотраслевых границ в эффективных интегрированных логистических цепочках.

Когда логистические операции в значительной степени интегрированы и образуют ключевую сферу компетентности, они служат источником стратегических преимуществ. Уверенность в том, что интеграция всей системы обеспе-

чивает намного более эффективные результаты деятельности, нежели разрозненное управление отдельными функциями, составляет основополагающую парадигму логистики.

Предпосылками для интегрированного логистического подхода являются:

1. Новое понимание механизмов рынка и логистики как стратегического элемента в реализации и развитии конкурентных возможностей предприятия.

2. Реальные перспективы и тенденции по интеграции участников логистических цепочек между собой, развитию новых организационных форм – логистических сетей.

3. Технологические возможности в области новейших информационных технологий, открывающие принципиально новые пути управления всеми сферами производственно-коммерческой деятельности.

Динамика рыночных отношений, глобализация международного бизнеса и ресурсные ограничения приводят к существенному возрастанию скорости материальных, финансовых и информационных потоков, сокращению числа посредников в логистических цепях, уменьшению устойчивости и надежности их функционирования. Поэтому достижение стратегических целей предприятий

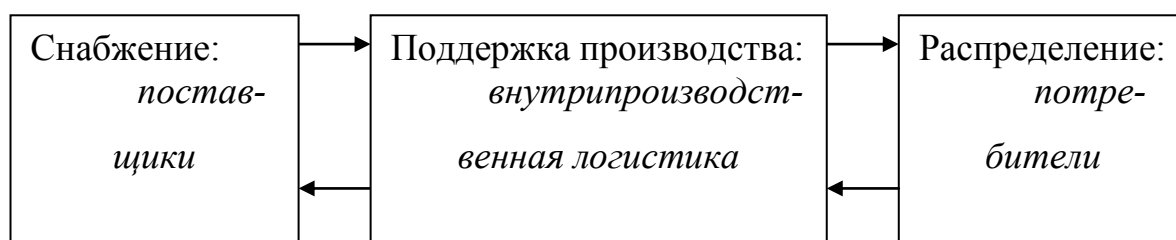


Рис. 14 . Интегрированная логистика: А – финансовый поток, обслуживающий снабжение (поставщиков); В – поставка комплектующих материалов; С – продвижение товарного потока; D – выручка от реализации продуктов и услуг

становится возможным при трансформации существующих логистических систем в интегрированные логистические сети. Работа предприятий в составе логистических сетей определяет целый ряд преимуществ, связанных с объединением независимых рисков, т.е. уменьшением числа «колебаний» в системе, а также существенным снижением затрат и повышением качества функционирования всей системы. Основная причина их создания кроется в том, что успех фирмы зависит не только от наличия собственных ресурсов, но и умения привлекать ресурсы и конкурентные возможности других участников. Интегрированной логистике свойственны черты движения экономических ресурсов, которые обеспечивают функционирование любого делового предприятия.

На рис. 14 представлена схема логистики предприятия, которая обеспечивает функционирование различных потоковых процессов, требующих интеграции.

Существующий экономический механизм на предприятиях сосредотачивает внимание преимущественно на процессах, происходящих внутри предприятия. Его цель – доведение до максимума разницы в цене между закупками и реализацией. Интегрированный логистический подход, использующий «цепочку ценностей», ориентирован на всех участников. Цепочки ценностей (логистические цепочки) содержат пять областей эффективности:

- связь с поставщиками;
- связь с потребителями;
- технологические процессы внутри одного подразделения;
- логистические процессы между подразделениями внутри предприятия;
- логистические связи между предприятиями в логистической цепочке.

Управленческая технология (а точнее – комплекс управленческих технологий), именуемая термином «Интегрированная логистическая поддержка (ИЛП)», оказывает непосредственное влияние на конкурентоспособность продукции через показатель относительных затрат (l) на ЖЦ изделия (см. рис. 2).

Основная цель ИЛП – снижение «стоимости владения» изделием, т.е. всемерное сокращение затрат на послепродажных стадиях ЖЦ.

Однако технологии ИЛП оказывают влияние и на степень удовлетворенности потребителя изделием, т.е. на показатель его качества (q). Это, в первую очередь, относится к величине, которую принято именовать *коэффициентом готовности изделия*, оцениваемым по ГОСТ 27.002 – 89 как «вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается». Коэффициент готовности является комплексным показателем, зависящим как от безотказности и ремонтпригодности изделия, так и от организации процессов его эксплуатации, технического обслуживания, ремонта, поставки запасных частей и расходных материалов и т.д. Известно, что коэффициент готовности высоконадежного и ремонтпригодного изделия может оказаться низким из-за неудовлетворительной организации ремонтно-восстановительных работ, несвоевременной поставки запасных частей и расходных материалов, ненадлежащего качества и неудобства использования эксплуатационной и ремонтной документации, простоев, связанных с организационно-административными причинами, и т.д. Все это может привести к неудовлетворенности потребителя и, как следствие, к занижению оценки качества изделия. Напротив, изделие, обладающее относительно невысокими показателями безотказности и ремонтпригодности, при определенных условиях может получить более высокую оценку потребителя.

Из вышеизложенного следует, что надлежащая организация процессов и процедур ИЛП оказывает столь же существенное влияние на показатель удовлетворенности потребителя, как и тактико-технические характеристики изделия, показатели его надежности (безотказности, долговечности, сохраняемости и т.д.), ремонтпригодности, эксплуатационной технологичности.

Состав ИЛП показан на рис. 15.

Наиболее важные элементы:

- анализ логистической поддержки (АЛП);

- процедуры планирования и управления процессами технического обслуживания и ремонта (ТОиР);
- интегрированные процедуры планирования и управления материально-техническим обеспечением (МТО);
- меры по обеспечению персонала электронной эксплуатационной и ремонтной документацией.

3.3.2. Анализ логистической поддержки

Анализ логистической поддержки – одна из важнейших составляющих интегрированной логистической поддержки (ИЛП) – представляет собой формализованную технологию всестороннего исследования изделия и вариантов системы его эксплуатации и поддержки. Это инженерная наука, находящаяся



Рис.15. Основные элементы ИЛП

«на стыке» процессов разработки изделия и системы ИЛП.

Как ИЛП в целом, АЛП направлен на обеспечение требований к поддерживаемости (supportability) изделия за счет минимизации стоимости ЖЦИ при заданном значении коэффициента готовности, либо за счет максимизации коэффициента готовности при заданных ограничениях на стоимость ЖЦИ. Пер-

вая постановка характерна для техники гражданского назначения, вторая – военной техники.

Интегральный показатель поддерживаемости, зависящий как от свойств изделия, так и от характеристик его СТЭ, вычисляется по формуле:

$$S = \frac{K_z}{C_{\text{ТОиР}}} T \quad (1)$$

где

K_z – коэффициент готовности изделия (см. предыдущий раздел);

$C_{\text{ТОиР}}$ – затраты, связанные с выполнением работ по ТОиР за планируемый период времени (часть стоимости ЖЦИ);

T – длительность планируемого периода использования изделия.

АЛП следует начинать еще до начала проектирования, т.е. на стадии определения требований к изделию, и продолжать до завершения процесса его использования. Последнее необходимо для оценки правильности результатов предыдущих этапов АЛП и накопления статистического материала, служащего основой анализа новых проектов. Процесс АЛП носит циклический, итеративный характер: на каждом последующем этапе уточняются и развиваются результаты предыдущего этапа.

Исходные данные и результаты АЛП должны храниться в специализированной базе данных – БД АЛП (Logistic Support Analysis Records/LSAR). Состав данных БД АЛП должен определяться для каждого проекта индивидуально. Функции создания и ведения БД АЛП обычно выполняет подрядчик.

БД АЛП должна заполняться и поддерживаться в актуальном состоянии на протяжении всего ЖЦ изделия. Информация из БД АЛП может использоваться во всех процессах ИЛП, а также в процессах разработки и проектирования изделия. При необходимости БД АЛП или ее часть может передаваться заказчику.

Так как АЛП требует взаимодействия большого количества организаций и использования средств автоматической обработки данных, необходимо обязательное представление всей использующейся информации в едином стандар-

тизованном виде. В DEF STAN 00-60 для этих целей используется понятие «Элемент данных» (Data element) и «Описание элемента данных» (Data Element Definition). БД АЛП должна строиться с использованием этих понятий на основе интегрированной информационной модели (модели данных).

В качестве базового средства реализации БД АЛП может использоваться PDM-система.

Структура изделия, его характеристики, данные о процессах и ресурсах служат исходным материалом для АЛП.

Комплекс методик и программных средств, составляющих ядро системы АЛП, предназначен для решения следующих задач:

- функциональный анализ;
- анализ видов, последствий и критичности отказов (АВПКО — FMECA);
- расчет периодичности профилактических работ, обеспечивающей требуемую вероятность безотказной работы на заданном интервале времени;
- расчет потребности в запасных частях для проведения плановых работ и устранения возникающих отказов;
- расчет потребности в трудовых ресурсах (с распределением по специальностям и квалификационным уровням);
- расчет стоимости ЖЦИ или затрат на техническое обслуживание и ремонты.

Более подробно перечень задач АЛП регламентирован стандартом DEF STAN 00-60. Этим стандартом предусмотрено решение нескольких десятков задач, разбитых на 5 групп. Эти группы в укрупненном виде представлены в табл. 6.

Основные задачи, решаемые в ходе АЛП

Группа задач	Назначение группы задач	Задачи
100 – Планирование и управление работами по АЛП	Обеспечение формализованных действий по планированию АЛП и экспертизе программы АЛП и проекта изделия	101 – Разработка предварительной стратегии АЛП
		102 – Планирование АЛП
		1093 – Экспертиза проекта изделия в ходе выполнения программы (плана) АЛП
200 – Служебное назначение изделия и система поддержки его эксплуатации	Формирование требований к системе поддержки изделия и связанных с ней работ	201 – Изучение опыта эксплуатации и обслуживания
		202 – Стандартизация элементов изделия требований к проекту на основе сравнения с существующими аналогами
		203 – Сравнительный анализ
		204 – Технологические решения
200 – Служебное назначение изделия и система поддержки его эксплуатации	–	205 – Поддерживаемость и связанные с ней параметры проекта
300 – Подбор и оценка альтернатив	Разработка системы, обеспечивающей оптимальный баланс затрат, сроков и характеристик поддерживаемости	301 – Функциональные требования
		302 – Варианты системы поддержки
		303 – Оценка альтернатив и выбор решений
400 – Разработка требований к ресурсам логистической поддержки	Определение требований к ресурсам логистической поддержки, разработка планов постпроизводственной поддержки	401 – Оценка ресурсов, необходимых для логистической поддержки
		402 – Предварительная оценка результатов использования изделия
		403 – Анализ постпроизводственной поддержки
500 – Оценка поддерживаемости	Поддержка выполнения заданных требований и устранение недостатков	501 – Испытания, оценка и проверка поддерживаемости

Выполнение всего перечня задач АЛП не является обязательным. Конкретный состав задач, степень детализации анализа и объем работ, а также исполнители задач определяются для каждого проекта индивидуально по согласованию между подрядчиком (разработчиком, поставщиком изделия) и заказчиком в зависимости от следующих факторов:

- типа проекта (разработка нового изделия, модернизация существующего изделия, разработка новой модификации или исполнения изделия, поставка существующего изделия без изменений);
- сложности изделия;
- требований заказчика;
- возможности влияния результатов АЛП на конструкцию изделия;
- возможности влияния результатов АЛП на структуру и параметры СТЭ;
- наличия и достоверности исходных данных;
- стадии ЖЦ изделия.

Для проектов, связанных с разработкой нового изделия, АЛП носит наиболее полный характер и охватывает все направления, перечисленные выше.

Для проектов, связанных с модернизацией и разработкой модификации или исполнения изделия, АЛП проводят с целью оценки влияния изменений, вносимых в конструкцию, на поддерживаемость изделия, а также выработки предложений по организации или изменению СТЭ. При этом задачи АЛП могут выполняться полностью или частично.

Для проектов, связанных с поставкой существующего изделия без изменений, АЛП проводят с целью определения показателя поддерживаемости изделия в планируемых условиях эксплуатации, а также для выработки рекомендаций по организации или адаптации действующей у заказчика СТЭ и определения дополнительных потребностей в логистических ресурсах. В этом случае выполняется лишь часть задач АЛП.

Следует отметить глубокую методическую общность между технологиями выполнения АЛП и управления конфигурацией. Суть ее в том, что в ходе

АЛП из состава изделия выделяются уже упоминавшиеся «элементы данных», для которых выполняются основные расчетные процедуры, в первую очередь – расчеты надежности, ремонтпригодности, показатели поддерживаемости и т.д. ЭК образуют свое подмножество в структуре изделия и в значительной степени подобны объектам конфигурации.

Процесс АЛП можно условно разделить на три стадии: подготовительная, основная и заключительная.

В ходе подготовительной стадии решаются следующие задачи:

- разработка стратегии и плана АЛП (задачи 101 и 102);
- формирование требований к системе ИЛП и связанных с этой системой требований к проекту (конструкции изделия) на основе сравнения с существующими аналогами (задачи группы 200);
- разработка и документирование процедур экспертизы (корректировки) проекта (задача 103).

Основная стадия включает в себя следующие задачи:

- корректировка проектных решений, направленная на обеспечение эффективной эксплуатации;
- разработка проекта системы ИЛП, обеспечивающей оптимальное соотношение затрат, сроков реализации и характеристик поддерживаемости (задачи группы 300);
- определение потребности в ресурсах для ИЛП, разработка планов послепроизводственной поддержки (задачи группы 400).

Заключительная стадия содержит оценку и проверку достигнутых показателей эффективности системы ИЛП (задачи группы 500), подготовку данных для других программ ИЛП.

Такое деление условно, так как процесс АЛП является итеративным и на любом этапе можно уточнять результаты предыдущего этапа и вносить необходимые изменения.

В зависимости от типа проекта, сложности изделия, стадии ЖЦ изделия исполнителями задач АЛП могут быть подрядчик (главный подрядчик), суб-

подрядчики-поставщики комплектующих и материалов, а также инженерный персонал заказчика. Часть задач выполняется объединенными рабочими группами, включающими представителей заказчика и подрядчика.

Субподрядчик по требованию главного подрядчика может провести частичный или полный АЛП в отношении поставляемой им продукции. Он также должен предоставить всю необходимую информацию, касающуюся поставляемого оборудования: инженерные данные, в том числе спецификации, чертежи, структурные схемы изделия, расчеты и т.д., технико-экономические данные, в том числе стоимость запчастей, затраты на капитальный ремонт и т.д.

Подрядчик, как правило, выполняет следующие функции АЛП:

- разработка и согласование с заказчиком стратегии и планов АЛП, в том числе полного перечня необходимых задач АЛП, сроков их выполнения и потребных ресурсов (финансовых и трудовых);
- подготовка и согласование с заказчиком распределения обязанностей по выполнению АЛП (перечни задач, выполняемых подрядчиком, заказчиком и объединенными рабочими группами);
- выполнение задач АЛП, предусмотренных перечнями;
- предоставление заказчику информации для АЛП (в части, предусмотренной соответствующим перечнем) и контроля за ходом АЛП;
- выполнение при необходимости дополнительных задач АЛП (помимо задач, указанных в плане АЛП и соответствующих перечнях);
- организация работы субподрядчиков по проведению АЛП.

Заказчик, как правило, выполняет следующие функции АЛП:

- участие в разработке стратегии и плана АЛП (в том числе, в определении целей, выборе задач АЛП, подлежащих выполнению, в определении сроков и финансовых ресурсов), согласование документов;
- участие в подготовке перечней задач АЛП, выполняемых подрядчиком, заказчиком и объединенными рабочими группами; согласование документов;

- выполнение задач АЛП, предусмотренных соответствующими перечнями;
- предоставление подрядчику информации, необходимой для АЛП;
- контроль за ходом АЛП и оценка его результатов.

Заказчик должен предоставить описание условий будущей эксплуатации и имеющихся у него средств эксплуатации и ТОиР изделия. Документ, содержащий такие сведения, составляют на основе анализа сценариев применения изделия по назначению.

Этот документ содержит технические и экономические данные, касающиеся организации эксплуатации и требования к функционированию изделия, в том числе:

- сценарии, частота, средняя продолжительность использования нового изделия по назначению;
- взаимодействие с другими системами;
- среда функционирования;
- имеющиеся трудовые ресурсы и ограничения и т.д.

Эта информация используется для анализа уровней ремонта, вариантов конструкции изделия и СТЭ.

Основной формой представления результатов АЛП являются отчеты, которые должны автоматически формироваться специальными программными средствами путем композиции элементов данных, содержащихся в БД АЛП. В DEF STAN 00-60 приведен перечень стандартных отчетов АЛП, а также их типовые формы. Конкретный состав данных, включаемых в отчеты, и их формы определяются совместно подрядчиком и заказчиком и могут отличаться от рекомендаций стандарта.

Фрагмент списка отчетов приведен в табл. 7.

Список отчетов

Номер	Англоязычное название	Русское название
LSA - 001	Man-Hours by Skill Speciality Code and Level of Maintenance	Определение количества человеко-часов для специальностей, удовлетворяющих определенным квалификационным требованиям и уровням обслуживания
LSA - 010	Spare and Repair Parts Summary	Сводная ведомость запасных и ремонтных частей
LSA - 018	Task Inventory Summary	Сводный перечень задач
LSA - 027	Failure/Maintenance Rate Summary	Ведомость интенсивности отказов/обслуживания
LSA - 030	Indented Parts List	Согласованный перечень запасных частей
LSA - 036	Provisioning Requirements	Требования к МТО
LSA - 050	Reliability-Centred Maintenance (RCM) Summary	Сводный отчет об обслуживании, обеспечивающем надежность
LSA - 056	Failure Modes Effects and Criticality Analysis (FMECA) Report	Отчет об анализе видов, последствий и критичности отказов (АВПКО)
LSA - 058	Reliability Availability and Maintainability Summary	Сводный отчет по надежности, готовности и пригодности к обслуживанию
LSA - 071	Support Equipment Candidate List	Перечень рекомендуемого вспомогательного оборудования
LSA - 074	Support Equipment Tool List	Перечень инструментов и вспомогательного оборудования
LSA - 126	Hardware Generation Breakdown Tree	Дерево разбиения структуры изделия на элементы
LSA - 606	Reliability-Centred Maintenance (RCM)	Обслуживание, обеспечивающее надежность
LSA - 648	Provisioning (AECMA 2000M Related Data) Report	МТО (информация, относящаяся к АЕСМА 2000М)
LSA - 652	Illustrated Parts Catalogue (AECMA 2000M Related Data) Report	Иллюстрированный каталог запчастей (информация, относящаяся к АЕСМА 2000М)
LSA - 674	Electronic Documentation Requirements Report (AECMA S1000D)	Требования к электронной документации (АЕСМА S1000D)

Предварительные результаты решения задач АЛП (полученные на ранних стадиях разработки) используются при формировании эксплуатационной структуры изделия¹ (ЭСИ) в форме уточненных требований к надежности, ремонтпригодности и т.д. ЭСИ является подмножеством исходной (конструкторской) структуры изделия, содержащим только те элементы, которые в процессе эксплуатации нуждаются в регулярном обслуживании, периодических заменах и/или могут отказывать и требовать внеочередного (внепланового) обслуживания, замены или ремонта. Обычно в состав ЭСИ включаются все паспортизованные элементы.

На основе ЭСИ, руководствуясь требованиями стандартов, разработчик силами специальных подразделений и сотрудников разрабатывает типовые регламенты и технологии технического обслуживания и ремонта (ТОиР) изделия, включающие в себя следующие требования:

- к вспомогательному оборудованию, необходимому для эксплуатации и технического обслуживания изделия и т.д.;
- к инфраструктуре системы эксплуатации и ремонта, включающей здания, сооружения, системы энергосбережения и т.д.;
- к количественному и качественному составу персонала, уровню его квалификации, к подготовке персонала и средствам обучения;
- к ресурсам и процедурам, связанным с упаковкой, хранением и транспортированием изделия и вспомогательного оборудования; особенностям работы с опасными материалами, условиям их краткосрочного и долгосрочного хранения.

До недавнего времени процесс АЛП регламентировался стандартом министерства обороны США MIL-STD-1388. Более современным и универсальным является стандарт министерства обороны Великобритании DEF STAN 00-60, de-facto, признанный в Европе в качестве международного.

Согласно этим нормативным документам результаты АЛП представляют-

¹ Иногда эту структуру называют логистической

ся в форме реляционной базы данных (БД АЛП - LSAR), имеющей регламентированную структуру.

В состав БД АЛП входит комплекс из 104 реляционных таблиц, содержащих следующие результаты АЛП:

Таблицы типа А: требования по эксплуатации и обслуживанию;

Таблицы типа В: показатели требуемого уровня обслуживания (RMA), данные причинно-следственного анализа возможных отказов (FMECA), результаты анализа ремонтпригодности изделия и пригодности к поддержке;

Таблицы типа С: выполняемые задачи, анализ выполняемых задач, данные по персоналу и поддержке эксплуатации;

Таблицы типа Е: данные о вспомогательном и учебном оборудовании, учебных материалах;

Таблицы типа F: данные об инфраструктуре для поддержки эксплуатации;

Таблицы типа G: требования к квалификации персонала;

Таблицы типа U: тестируемые узлы и агрегаты, данные по тестированию;

Таблицы типа X: требования к организации перекрестных ссылок.

Принятая в стандартах DEF STAN 00-60 и MIL-STD-1388 реляционная модель данных на момент создания их первых редакций (конец 80-х - начало 90-х гг. XX века) была наиболее прогрессивной в отношении способов хранения и управления данными. Однако в последние годы появилась альтернатива этой модели объектно-ориентированные модели данных и соответствующие БД (ООБД). Несмотря на то, что технологии ООБД еще находятся в стадии становления, они имеют ряд принципиальных преимуществ перед реляционными БД (РБД).

В РБД объекты реального мира представляются как структуры, состоящие из наборов элементарных типов данных (в нашем случае элементы данных). Такое представление имеет понятную интерпретацию строку в плоской таблице. Однако описание в виде набора плоских таблиц во многих случаях не отражает внутренней структуры предметной области, является искусственным

и становится совершенно непонятным при увеличении количества таблиц. Именно такая ситуация имеет место с реляционной моделью данных, принятой в MIL-STD-1388. Программное обеспечение РБД оказывается жестко завязанным на структуру реляционных таблиц. Если требуется изменить эту структуру, то все программное обеспечение приходится переделывать.

ООБД, в отличие от РБД, имеют простую и естественную связь с предметной областью, наглядно представляя ее структуру и состав. Применительно к такой сложной неоднородной предметной области, как ИЛП в целом и АЛП в частности, использование ООБД упрощает процессы создания БД, внесения изменений в структуру и состав данных без переделки программного обеспечения и положительно сказывается на понимании пользователями принципов функционирования программ, работающих с данными. Поэтому в более поздних по сравнению с MIL-STD-1388 нормативных документах приняты объектно-ориентированные модели данных.

В целом система задач АЛП и последовательность их выполнения построены так, чтобы снизить вероятность неудачных проектных решений, влияющих на эффективность эксплуатации изделия. По аналогии со стандартами серии ИСО 9000, направленными на построение системы, обеспечивающей заданный уровень качества и возможность «адекватно продемонстрировать потребителю способность управлять качеством», технологии и стандарты АЛП направлены на то, чтобы доказать потребителю, что все меры, обеспечивающие сокращение «стоимости владения» изделием, приняты. Иными словами, здесь прослеживается методическая общность технологий АЛП и менеджмента качества.

3.3.3. Планирование и управление ТОиР

Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) – комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании.

Различают следующие виды ТОиР:

Текущее ремонтное обслуживание состоит из технического обслуживания (прямого и косвенного) и корректирующих ремонтов.

Техническое обслуживание – это комплекс процедур по поддержанию работоспособности и исправности оборудования при его эксплуатации.

Корректирующие ремонты – текущее ремонтное обслуживание по устранению дефектов и отказов оборудования, т.е. неплановый ремонт, на который постановка оборудования осуществляется без предварительного назначения.

Профилактическое ремонтное обслуживание включает плановые ремонты и ремонты по состоянию оборудования. При профилактическом ремонтном обслуживании производятся работы в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Плановое ремонтное обслуживание включает ремонты, выполняемые по графику для обеспечения или восстановления работоспособности оборудования. Плановые ремонты выполняются в соответствии с установленным ремонтным циклом и могут подразделяться на текущие, средние, капитальные и др.

Ремонты по состоянию оборудования выполняются с учетом состояния отдельных систем и частей оборудования. Применение систем мониторинга (АСУ ТП) позволяет оптимизировать процесс принятия решений о выводе оборудования в ремонт с учетом его состояния.

Реабилитация включает мероприятия, направленные на полное восстановление ресурса оборудования, изменение конструкции, улучшение его показателей, повышение надежности, снижение энергетических, материальных затрат и трудовых ресурсов при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте.

Структурная схема ТОиР показана на рис. 16.

Планирование и управление ТОиР изделия (Maintenance Planning) предусматривают выполнение следующих процедур:

- разработку компонентов ТОиР;

- анализ и конкретизацию требований к изделию в части его обслуживания и ремонта;
- разработку и корректировку плана ТОиР по достигнутым результатам.

Система ТОиР – совокупность взаимосвязанных технических средств, специальной технической документации и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления работоспособности изделий, относящихся к компетенции этой системы. Состав системы, регламенты выполнения работ, их распределение по уровням, требований к квалификации и численности обслуживающего и ремонтного персонала – все это составляет содержание концепции ТОиР.

Концепции ТОиР, как правило, разрабатываются поставщиком изделия и согласуются с его заказчиком. Требования к изделию в отношении ТОиР определяются на основе данных, содержащихся в БД АЛП, и уточняются по результатам реальной эксплуатации в различных условиях.



Рис. 16. Структурная схема основных процедур ТОиР

План ТОиР разрабатывают в нескольких альтернативных вариантах с учетом наличия обслуживающего и ремонтного персонала, обладающего необходимой квалификацией, необходимых запчастей и расходных материалов и т.д. Планируются календарные даты, трудоемкость работ и их стоимость. Заказчик выбирает наиболее подходящий ему вариант.

Процессы эксплуатации (использования по назначению), технического обслуживания и ремонта изделия являются важнейшими источниками информации, позволяющей судить о том, в какой мере фактические свойства (харак-

теристики) изделия соответствуют заложенным в проекте и отвечают требованиям и ожиданиям потребителя (заказчика). Иными словами, по этим данным можно составить объективное суждение о реальном качестве изделия.

К числу сведений, подлежащих сбору, обработке и анализу в ходе вышеупомянутых процессов, относятся следующие данные:

- о фактических значениях тактико-технических характеристик изделия и их отклонениях от проектных значений;
- о видах и длительностях периодов использования изделия по назначению;
- о видах и обстоятельствах повреждений, включая условия полного уничтожения изделия (для военной техники в условиях боевого применения);
- о последствиях отказов компонентов (в структуре изделия);
- о фактических показателях надежности (безотказности) изделия и его составных частей (компонентов) в том числе:
 - о видах отказов;
 - о причинах отказов;
 - об относительных долях отказов и их причинах в общем потоке отказов;
- о последствиях отказов компонентов для вышестоящих (в структуре изделия) компонентов и конечного (финального) изделия;
- о наработке до отказа, о наработке между отказами (для восстанавливаемых компонентов);
- о вероятности безотказной работы на определенном интервале времени;
- об интенсивности отказов и/или о параметрах потоков отказов;
- о функциях распределения вероятности отказов, интервалов времени между отказами и т.д.;
- о фактических показателях ремонтпригодности изделия и его компонентов, в том числе:

- о фактических затратах времени на ремонт компонентов изделия;
- о фактических затратах времени на восстановление работоспособности;
- о функциях распределения времени ремонта и восстановления работоспособности
- о фактических интервалах времени между профилактическими ремонтно-восстановительными (регламентными) работами;
- о фактическом расходовании ресурсов, в том числе:
 - о фактически выполненных заменах агрегатов, узлов, деталей;
 - о фактически использованных расходных материалах (в том числе – горюче-смазочных материалах);
 - о фактических трудозатратах (фактическая трудоемкость по видам работ, по профессиям и квалификационным уровням персонала);
 - о фактической численности задействованного персонала (по профессиям и квалификационным уровням);
 - данные о фактическом расходовании финансовых ресурсов и т.д.;
 - о фактических значениях коэффициентов готовности и технического использования;
- и др.

На основе сведений об ЭСИ, типовых регламентов и технологий, а также принятых кодов, с учетом принятых стандартов (например, АЕСМА 1000D) специальный персонал разработчика готовит электронную эксплуатационную документацию (ЭТД) на тип изделия. В процессе производства формируется эксплуатационная структура конкретного экземпляра изделия (ЭСЭ). На основе ЭСЭ силами производителя изменяются и дополняются типовые регламенты и технологии ТОиР (включая уточнение нормативов) и разрабатывается ЭТД на экземпляр. В ее состав обязательно входит каталог сменяемых запасных частей. ЭТД на экземпляр передается заказчику и сервисной службе (если таковая будет организована).

На основе ЭСИ, типовых регламентов и технологий ТОиР, типовых нормативов и данных АЛП заказчик (при методической помощи разработчика) разрабатывает стратегические (среднесрочные и долгосрочные) планы ТОиР, в том числе программу ТОиР (по ГОСТ 18322). В ходе этого процесса формируются и передаются разработчику уточненные требования к изделию в отношении ТОиР.

Эти планы рассматриваются как управляющие воздействия для процесса оперативного планирования и управления ТОиР. В процессе оперативного планирования и управления ТОиР используются:

- регламенты и технологии на конкретное изделие;
- некоторые результаты АЛП (в первую очередь – результаты АВПКО);
- данные из планов и отчетов о фактической эксплуатации изделия;
- данные о фактическом ходе работ и их результатах:
 - о выполненных работах;
 - израсходованных ресурсах;
 - задействованном персонале;
 - выявленных неисправностях, причинах и принятых мерах по их устранению;
 - произведенных заменах агрегатов, узлов, деталей и т.д.;
 - остаточных эксплуатационных ресурсах изделия и его элементов;
 - восстановлении эксплуатационных ресурсов и т.д.

«Эксплуатационный ресурс» измеряется часами наработки, налета, числом взлетов/посадок, рабочих циклов и т.д., т.е. всем тем, что в эксплуатационных документах именуется просто словом «ресурс».

Процесс выполнения ТОиР является объектом управления в системе ИЛП. Это достаточно сложный и многофазный процесс, выполняемый силами заказчика (ТО и ремонт низших уровней), сервисной службы (ремонт средних

уровней), производителя (ремонт высших уровней). Работы выполняются при помощи специального оборудования, разрабатываемого и изготавливаемого производителем с привлечением субпоставщиков по техническим требованиям, согласованным с заказчиком, с учетом результатов АЛП, регламентов и технологий ТОиР

Существуют системы автоматизации процесса ТОиР. Такие системы создаются уже более 20 лет. Для их обозначения используется аббревиатура CMMS (Computerized Maintenance Management Systems), т.е. компьютерные системы управления ТОиР. В настоящее время все более широкое распространение получают так называемые EAM-системы (Enterprise Asset Management – управление активами предприятия), обобщающие концепции CMMS и комплексно охватывающие весь объем процессов, связанных с управлением основными фондами и полным ЖЦ оборудования (от проектирования до списания).

Рассмотрим функциональность типовой CMMS-системы, а затем и расширенную функциональность системы класса EAM.

CMMS обеспечивает поддержку следующих возможностей:

- Ведение регистра оборудования, технических установок, агрегатов и их компонентов.
- Регистрация технических данных, спецификаций для установки, ремонта и обслуживания оборудования.
- Планирование основанных на календаре предупредительных ремонтов и генерация наряд-заказов.
- Планирование и диспетчеризация исполнения наряд-заказов.
- Отчетность о выполнении наряд-заказов – объемы работ, рабочее время, использованные материалы и понесенные затраты.
- Управление складским хозяйством, возвратом материалов и запасными частями.
- Управление снабжением материалами, запасными частями и внешними подрядчиками.
- Стандартная отчетность и статистика.

- Контроль доступа пользователей к системе.

CMMS-система управляет и поддерживает только наряд-заказы. В отдельных системах поддерживаются элементарные бизнес-процессы, однако они обычно жестко зашиты в ядро системы и используются только для управления наряд-заказами.

ЕАМ-системы обеспечивают всю ту же функциональность, что и CMMS (порой даже более продвинутую), равно как и много других возможностей:

- Проектирование процессов технического обслуживания и модернизации оборудования.
- Управление поставками оборудования и управление монтажом.
- Предупредительное обслуживание, основанное на условиях (ремонт по состоянию). Продвинутое ЕАМ-системы интегрируются с системами нижнего уровня (например, АСУТП), позволяя получать от них данные, на основе которых проводится анализ необходимости выполнения тех или иных ремонтных/профилактических работ.
- Управление людскими ресурсами (персоналом) – контроль и управление доступностью ремонтного персонала, анализ квалификации, соответствия требуемой компетенции, учет посещаемости.
- Сбор данных – штрих-коды, внешние датчики.
- Экспорт данных в другие программы (например, MS Excel, аналитические программы).
- Расширенный контроль доступа, основанный на ролях доступа к выбранным функциям и данным (обновление или только чтение), необходимость получения авторизации для выполнения отдельных операций.
- Процедуры одобрения/подтверждения/контроля, основанные на ролевом доступе.
- Продвинутое планирование и диспетчеризация наряд-заказов. Интеграция с системой управления персоналом.

- Полная регистрация всех транзакций в финансовой системе по всем процессам – снабжению, складским операциям, проектным работам.
- Полная регистрация всех расходов на ремонтные работы (материалы, время, трудозатраты) и сравнение их с запланированными.
- Управление складскими запасами – пополнение материалов на основе потребностей наряд-заказов, заказов снабжения, запланированных отпусков и уровней складских запасов.
- Управление документооборотом – возможность оперативного доступа к электронным документам, связанным с оборудованием, наряд-заказами и регламентами проведения ремонтных работ.
- Управление персоналом – управление и контроль обслуживающего и ремонтного персонала, квалификации, доступности, компетенции.

Результаты внедрений ЕАМ-систем в мире свидетельствует об их чрезвычайно высокой отдаче. Подавляющее большинство проектов окупается менее чем за полтора-два года. Типовым является сокращение на 20% и более затрат на ремонтные работы. Для крупных предприятий экономия может составлять миллионы долларов (например, согласно MSI Magazine, нефтеперерабатывающий завод Holly Corp из Далласа сообщил об экономии в 1,2 млн. долларов).

Согласно исследованиям консалтинговой группы A.T. Kearney, изученные случаи внедрения ЕАМ-систем характеризовались получением, в среднем, следующих выгод (в %):

Повышением производительности работ по ТОиР....	29
Повышением коэффициента готовности.....	17
Сокращением складских запасов.....	21
Уменьшением случаев нехватки запасов.....	29
Увеличением доли плановых ремонтов.....	78
Сокращением аварийных работ.....	31
Сокращением сверхурочных работ.....	22
Сокращением времени ожидания запчастей.....	29
Сокращением срочных закупок ТМЦ.....	29
Более выгодными цены накупаемые ТМЦ.....	18

ЕАМ-системы достаточно легки во внедрении. Неудачные проекты фактически отсутствуют. Это во многом объясняется тем, что даже внедренная в минимальном объеме система уже дает значительный эффект.

Если окинуть взглядом мировой рынок ЕАМ-систем, то такие решения предлагают более сотни компаний-разработчиков. Существуют интегрированные решения: ЕАМ-модули в составе ERP-систем, также созданы и специализированные ЕАМ-системы. Какое из решений выбрать, зависит от значения, которое придается на том или ином предприятии процессу ТОиР.

К ведущим компаниям, занимающимся разработкой ЕАМ-систем и модулей, относятся: MRO Software, IFS, Indus, SAP, Intenia и Mincom. Indus, в основном ориентирующиеся на Северную Америку, IFS – Европу, Mincom – Азию, а SAP – Латинскую Америку. Для средних предприятий Gartner Group считает лидерами системы Intenia, IFS и MRO Software, для крупных – SAP и IFS. Согласно ARC лидером на платформе Oracle является IFS, MS SQL Server – MRO Software, прочих СУБД – Intenia. В России успешные внедрения ЕАМ-систем имеются только у системы компании IFS. Первые установки начались еще в 1995 г. Другие поставщики не спешили выходить на российский рынок, и их представительства начали возникать только в последние 2–3 года, а проблемы локализации зачастую не решены.

3.3.4. Планирование и управление материально-техническим обслуживанием

Материально-техническое обслуживание (МТО) – это обеспечение предприятия-производителя необходимыми ему средствами производства (основными и оборотными).

Планирование и управление МТО предполагает выполнение и информационное обеспечение в условиях интегрированной информационной среды (ИИС) следующих процедур:

- кодификации предметов МТО (Codification);
- начального МТО (Initial Provisioning);

- текущего МТО (Procurement Planning);
- управления поставками (Supply Management);
- управления заказами (Order Administration);
- управления счетами (Invoicing).

Кодификация предметов МТО представляет собой регламентированную стандартами процедуру присвоения этим предметам кодовых обозначений, однозначно понимаемых всеми причастными к соответствующим процессам службами поставщиков и потребителей. Характерной особенностью этих обозначений является их ориентированность на компьютерную обработку.

Начальное МТО состоит в определении (по результатам АЛП) и согласовании между поставщиком и заказчиком номенклатуры и количества запасных частей и расходных материалов, поставляемых вместе с изделием и необходимых для его эксплуатации, обслуживания и ремонта в начальный период функционирования изделия (как правило, до двух лет).

Параметры текущего МТО, т.е. номенклатура и объемы поставок, также определяются расчетами, выполняемыми в процессе АЛП, и затем корректируются в зависимости от фактических условий эксплуатации изделия.

Планирование поставок (ПП) согласно упомянутым выше стандартам, представляет собой метод запроса и получения от промышленных предприятий сведений о ценах на предметы МТО, включая прайс-листы поставщиков. На основании результатов ПП определяется, у каких поставщиков будут приобретаться те или иные предметы МТО. Именно эти сведения и составляют содержание плана поставок. Эти данные используются на последующих стадиях ИЛП, т.е. при управлении заказами (заявками) и ведении счетов.

Управление поставками предусматривает выполнение таких процедур, как оценка уровня текущих запасов по всем предметам МТО, принятие своевременных решений о необходимости пополнения этих запасов, подготовка соответствующих заявок, контроль качества поступающих предметов МТО, организация хранения и выдачи.

Управление запасами – термин, объединяющий все виды действий, осуществляемых с заказом (заявкой) от момента его выдачи заказчиком поставщику (с учетом возможных поправок/добавлений, запросов/справок о ходе выполнения и т.д.) вплоть до подтверждения доставки заказанных предметов МТО.

Управление счетами на оплату заказанных предметов снабжения – информационный обмен между поставщиком и заказчиком при передаче счетов и данных о счетах на оплату в электронном виде.

3.3.5. Создание эксплуатационной документации

Документация является одним из информационных ресурсов, необходимых для дальнейшей эксплуатации изделия, его технического обслуживания и ремонта. Обеспечение персонала необходимой и актуальной информацией является условием своевременного и правильного выполнения работ и процедур, связанных с изделием, что необходимо для обеспечения требуемого уровня готовности и сокращения затрат.

Использование информационных технологий позволяет не только преобразовать документацию в электронный вид, но и обеспечить ее изменение на этапах разработки и сопровождения. При этом следует иметь в виду, что объем информации растет с увеличением сложности изделия, появление различных вариантов исполнения и новых модификаций порождает изменения в документации и дополнения к ней. Кроме того, на стадии эксплуатации и технического обслуживания сложных изделий часто задействуются автоматизированные системы контроля и диагностики, данные которых должны использоваться совместно с информацией, содержащейся в документации.

Для решения этих и других задач разработан ряд технологий и методик, изложенных в международных стандартах и спецификациях. Методически полным примером является спецификация AECMA SPEC 1000D [REF] «Technical Publication based on Common Source Data Base» («Технические публикации на основе общей базы данных эксплуатационной документации»), разработанная Европейской ассоциацией производителей аэрокосмической техники. Универ-

сальность подхода, принятого в АЕСМА SPEC 1000D, позволяет использовать методические положения спецификации и для других видов сложных изделий, вооружений и военной техники [DEF STAN 0060].

Суть данного подхода заключается в том, что техническая информация, содержащаяся в документации, представляется в виде совокупности так называемых *модулей данных*. Каждый модуль данных (МД) имеет идентификационно-статусную (атрибутивную) и содержательную части.

В ходе разработки документации создаваемые МД помещаются в общую базу данных (Common Source Data Base). При публикации документа из базы данных извлекается определенный набор МД, составляющих нужный документ в бумажной или электронной форме (Electronic Technical Publication). Электронная форма рассматривается как основная форма поставки и использования документации.

Спецификация АЕСМА SPEC 1000D оперирует следующими понятиями:

- электронная техническая публикация (Electronic Technical Publication, ETP) — аналог книги в бумажном комплекте документации. Как правило, в различных отраслях существуют стандарты, регламентирующие перечень публикаций, поставляемых на изделия отрасли;
- модуль данных (Data Module, DM) — совокупность взаимосвязанных технических сведений, относящихся к определенной тематике и не допускающих дальнейшего их дробления на составные части. Типовыми МД являются, например, технологическая карта, описание узла в изделии, регламент технического обслуживания отдельного агрегата или подсистемы и т.п. Каждый тип МД имеет определенную структуру;
- общая база данных эксплуатационной документации (Common Source Database, CSDB) — система хранения и управления МД, установленная у разработчика изделия и позволяющая по запросу получить комплект технических публикаций на изделие в электронной или бумажной форме;

- перечень используемых публикаций (List Of Applicable Publications, LOAP) — перечень электронных публикаций или книг, составляющих комплект документации на изделие;
- перечень действующих МД (List Of Effective Data Modules, LOEDM) — список МД, составляющих публикацию.

Общая структура электронной эксплуатационной документации представлена на рис. 17.

Как уже было отмечено, МД содержит идентификационно-статусную (атрибутивную) и содержательную (технические сведения) части. МД имеет идентификационный код, содержание которого раскрыто ниже. Логическая структура данных для МД каждого типа задана в виде информационной модели (Document Type Definition) на языке SGML.

Идентификационно-статусная информация, содержащаяся в МД, включает: номер версии МД, дату издания МД, причину издания МД, язык содержательной части МД, сведения об уровне конфиденциальности информации в МД, применимости МД, проведенной проверке содержательной части МД, идентификационный код.

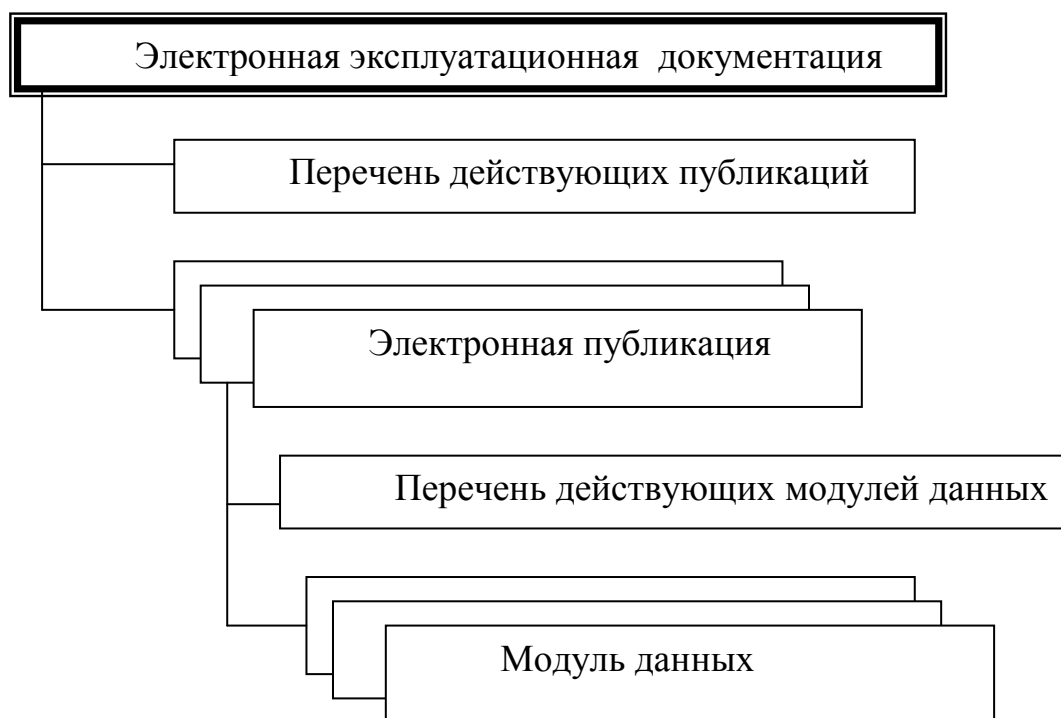


Рис. 17. Общая структура электронной эксплуатационной документации

Эти сведения используются для формирования публикаций для конкретных конфигураций изделия, для управления изменениями в документации, подготовки документации на нескольких языках, контроля качества документации, для управления версиями документации и решения других задач, связанных с разработкой и сопровождением документации.

В зависимости от типа сведений, имеющихся в содержательной части МД, различают шесть основных типов МД (табл.8), а также ряд служебных МД.

Таблица 8

Основные виды модулей данных (МД)

Тип информации	Содержание модулей данных
Описательная информация	МД содержат сведения об устройстве и принципах работы изделия, его систем и узлов
Процедурно-технологическая информация	МД содержат инструкции для проведения процедур технического обслуживания изделия
Информация для плани-	МД содержат сведения о регламенте технического

рования технического обслуживания	обслуживания изделия, его систем и агрегатов
Информация о возможных неисправностях и методах их устранения	МД содержат перечни возможных неисправностей с указанием их признаков, ссылочную информацию на процедурно-технологические МД с описанием процедур поиска и/или устранения неисправности
Каталоги деталей и сборочных единиц	МД содержат иллюстрированные перечни деталей и сборочных единиц изделия, систем или агрегатов
Инструкция для оператора (экипажа)	МД содержат сведения и инструкции для использования изделия по назначению

МД может содержать ссылки на другие МД (внешние ссылки), а также внутренние ссылки между элементами содержательной части МД. Внешние ссылки создаются при помощи указания кода МД, на который дается ссылка. Такой механизм обеспечивает сохранение целостности ссылок даже после внесения изменений в документацию. Внутренние (или перекрестные) ссылки используются в тексте содержательной части МД для обращения к внутренним объектам модуля. Примером могут служить ссылки на номера рисунков.

К служебным МД относятся:

- титульный лист;
- перечень действующих МД (таким образом, перечень действующих

МД сам тоже является модулем данных);

- перечень внесенных изменений;
- перечень сокращений;
- перечень терминов;
- перечень символов;
- нормативные ссылки;
- содержание.

Для исключения дублирования информации в общей базе данных многократно используемые сведения должны быть представлены в виде отдельных МД, на которые установлены ссылки из других МД.

Наиболее важной отличительной особенностью подходов, предложенных в стандартах АЕСМА 1000D и DEF STAN 00-60, является введение механизмов кодирования МД. Любому МД, входящему в состав технической документации,

присваивается уникальный код. В состав кода, как правило, входят следующие поля:

- **условное обозначение типа изделия.** Поле содержит эксплуатационное обозначение изделия или сразу нескольких изделий, принадлежащих к одному типу. В стандарте АЕСМА 1000D на это поле отводится два знака, и для получения такого идентификатора необходимо обратиться в Европейскую ассоциацию производителей аэрокосмической техники;
- **код конфигурации изделия.** В случае, когда возможен выпуск изделия в разных конфигурациях, это поле показывает, для какой конфигурации применим указанный МД. Как правило, поле составляет один символ. Основная конфигурация обозначается большой латинской буквой А, дополнительные конфигурации – буквами В, С и т.д.;
- **код стандартной системы нумерации.** Этот код, как правило, представляет собой три поля, идущие через разделитель и обозначающие связку «система – подсистема – агрегат», либо в другой интерпретации – «глава – раздел – тема». Более подробно стандартная система нумерации описана в ГОСТ 18675-79 для изделий авиационной техники и в ГОСТ 2.601-95 – для других изделий машиностроения;
- **информационный код.** Код однозначно идентифицирует, к какому типу технических данных относится информация в МД. Информационный код, как правило, состоит из нескольких сегментов, каждый из которых последовательно детализирует тип сведений в МД.

Внутри общей БД МД хранятся в нейтральном формате, как правило, в формате SGML. Из одних и тех же МД можно скомпоновать электронные публикации различного типа или подготовить документ для печати. Процесс подготовки технических публикаций представлен на рис. 18.

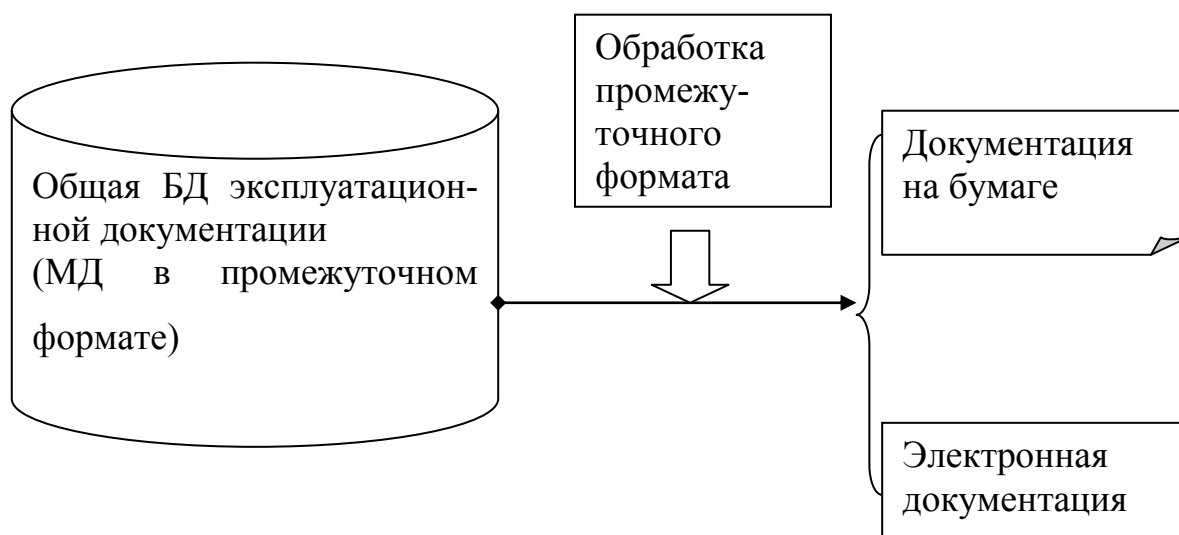


Рис. 18. Процесс подготовки технической документации

Электронные технические публикации в зависимости от механизма обработки промежуточного формата и презентационного программно-аппаратного обеспечения подразделяются на несколько типов:

ИЕТР-L – линейно-структурированные электронные технические публикации. Электронные технические публикации данного типа представляют собой структурированную совокупность линейных документов с возможностями навигации по документам и поиска нужной информации. Под линейными документами понимаются документы без формализованной структуры содержания;

ИЕТР-D – электронные технические публикации, основанные на применении баз данных. Электронные технические публикации этого типа предусматривают хранение всех технических сведений в некоторой базе данных не стандартизированной структуры, из которой по запросу пользователя можно сформировать МД для их просмотра на экране системы отображения;

ИЕТР-I – интегрированные электронные технические публикации. Этот вид электронных публикаций предусматривает интеграцию с другими прикладными пакетами пользователя. Под XML-документом понимается текст, размеченный в соответствии с правилами языка разметки XML. Язык разметки XML является потомком языка SGML, имеющим усовершенствованный набор правил разметки.

Обычно любое сложное изделие подвергается изменениям в процессе модернизации, доработки и т.п. Соответствующие изменения должны коснуться и ЭТД. Документом, инициирующим проведение изменений, является извещение об изменении (ИИ) (ГОСТ 2.503-90). В электронной версии документации должна существовать возможность регистрации извещений, содержащих описание вносимых изменений.

Механизм исполнения извещений работает в следующем порядке:

Создается новая версия МД, основанная на текущем содержании или независимая от предыдущей.

Проводится ряд изменений в соответствии с извещениями (эти извещения должны быть указаны как причины изменений в статусной части новой версии МД).

При решении задач проведения изменений и сопровождения возникают следующие требования к программной реализации:

- в системе подготовки ЭТП должна быть предусмотрена возможность автоматического формирования отчета о проведенных изменениях. В нем должны находиться список МД, в которых были проведены изменения, и содержание этих изменений. Данная форма отчета облегчает навигацию по сопровождаемой документации и позволяет легко отслеживать обновления в электронных публикациях;
- система подготовки ЭТП должна обеспечивать возможность поставки эксплуатанту пакетных изменений документации. Данный вид доставки обновлений подразумевает поставку только измененных МД и автоматизированное проведение изменений в ЭТП на стороне эксплуатанта.

Одним из примеров подобной программной системы является программный комплекс Technical Guide Builder, в котором реализованы вышеизложенные принципы и технологии. Система подготовки ЭТП TGBuilder позволяет автоматизировать процесс создания публикации на различных стадиях, представляя собой гибкий и эффективный инструмент для коллективной работы.

3.3.6. Архитектура автоматизированной системы ИЛП

Рассмотрим структуру системы, автоматизирующей ИЛП. Анализ функциональной структуры системы ИЛП показывает, что протекающие в ней процессы могут быть логически объединены в следующие группы:

Группа 1

- анализ логистической поддержки;

Группа 2

- разработка стратегии, стратегическое и оперативное планирование ТООР;
- разработка типовых регламентов и технологий ТООР;
- дополнение и изменение типовых регламентов и технологий ТООР применительно к конкретному экземпляру изделия;
- сбор, хранение, обработка и анализ данных, получаемых в ходе ТООР;

Группа 3

- планирование и управление МТО;
- кодификация, формирование и поставка начального МТО;
- организация текущего МТО и управление запасами.

Группа 4

- разработка типовой ЭТД изделия;
- разработка эксплуатационной ЭТД изделия;
- ведение электронного эксплуатационного дела изделия.

Отсюда следует, что АС ИЛП должна включать следующие основные функциональные подсистемы:

- анализ логистической поддержки;
- планирование и управление ТООР;
- планирование и управление МТО;
- разработка и ведение электронной технической документации.

Общая схема АС ИЛП, отражающая информационные связи между блоками, представлена на рис. 19.

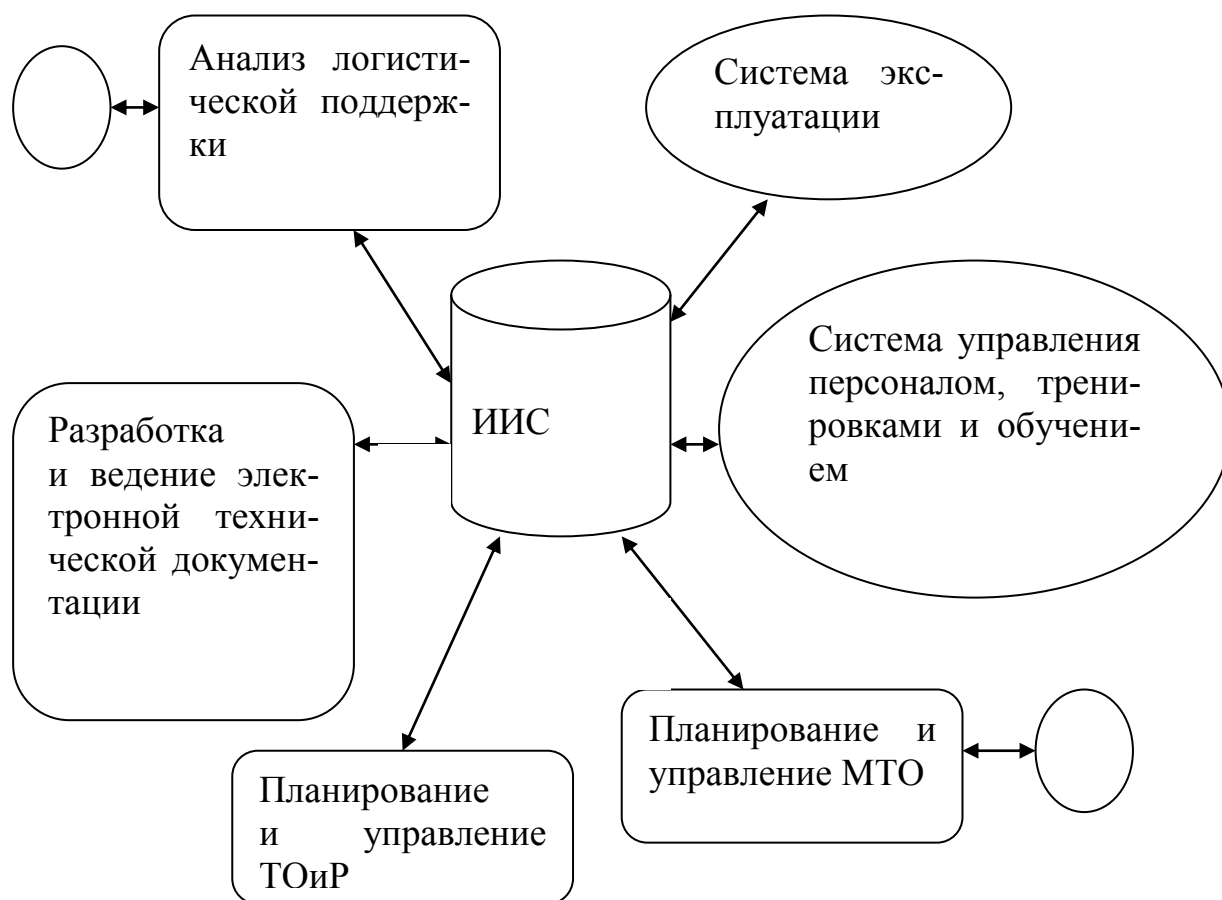


Рис. 19. Общая логическая схема информационного взаимодействия подсистем АС ИЛП

Из этой схемы видно, что в соответствии с концептуальными принципами CALS функциональные подсистемы ИЛП общаются между собой и с другими подсистемами через ИИС. Содержание информационных потоков между блоками приведено в табл.8.

Таблица 8

Информационные потоки в АС ИЛП

Номер информационного потока	Содержание
1	Данные о регламентах, перечни работ и требуемые ресурсы, результаты и исходные данные АЛП, сведения о неисправностях, отказах и инцидентах
2	Данные о составе типовой эксплуатационной документации и документации на экземпляр изделия, решения по изменениям и

	доработкам (влияющие на документацию). Документы для включения в электронную эксплуатационную документацию
3	Данные о регламентах, перечни работ и требуемые ресурсы, задания на проведение работ, отчеты о выполнении заданий, данные о выполненных работах, состояние изделия: наработка, история, замечания, данные о неисправностях и т.д.
4	Данные о требуемых ресурсах, данные о фактическом расходе ресурсов, данные о состоянии запасов, заявки на запчасти, материалы, прогноз расходов запчастей, материалов
5	Данные о техническом персонале: специальности, квалификация, численность
6	Данные о состоянии парка и конкретных изделий, планы эксплуатации и результаты их выполнения
А	Данные о конструкции и технических характеристиках изделия, тактико-технические данные
Б	Данные, передаваемые в процессе информационного обмена с поставщиками, контрактные данные, сопровождение заявок на запчасти, материалы, планы поставок

АС ИЛП физически должна быть разделена на 2 части: находящуюся у поставщика изделия и находящуюся у заказчика (эксплуатанта). Это разделение относится к подсистемам «Планирование и управление ТОиР», «Планирование и управление МТО», «Разработка и ведение электронной технической документации».

3.4. Управление потоками работ

3.4.1. Основные понятия и определения

Одной из базовых управленческих технологий в концептуальной модели ИПИ названа технология управления потоками работ (технология Workflow). Что это за технология?

При раскрытии основных определений лучше всего обращаться к первоисточникам. На сегодняшний день стандартизацией в области Workflow занимается Workflow Management Coalition (WMC). В официальном документе по терминологии дано следующее определение: «*Workflow* – это полная или частичная автоматизация бизнес-процесса, при которой документы, информация или задания передаются от одного участника (бизнес-процесса) к другому для

выполнения действий согласно набору руководящих правил». Из определения понятно, что речь идет о процессном подходе.

Система управления Workflow – система, которая описывает поток работ (по сути, бизнес-процесс), создает его и управляет им при помощи программного обеспечения, способного интерпретировать описание процесса, взаимодействовать с его участниками и при необходимости вызывать соответствующие программные приложения и инструментальные средства. Таким образом, система Workflow автоматизирует процесс, а не функцию.

Парадигма Workflow-системы – это «поток (элементов) работ». В ней всякую деятельность можно представить в виде элементов работы, путешествующих по определенному маршруту между исполнителями в соответствии с заданными правилами. При этом от одного исполнителя к другому передается точка управления. Данная парадигма легко представима в виде графа.

Кроме Workflow, большое распространение получили системы управления документооборотом, или Docflow. Парадигмой Docflow-системы является «поток документов». Здесь всякую деятельность можно представить в виде документов, путешествующих между их редакторами по определенному маршруту в соответствии с заданными правилами.

Docflow-системы стали наследниками бумажного документооборота. Отсюда и их естественные ограничения: с документом можно совершить ограниченный набор действий: одобрить/отказать, завизировать, удалить, внести правку и т. п. Обычно системы документооборота дополняются системами хранения образов бумажных документов и системами версионного контроля. Основным преимуществом систем документооборота является возможность их быстрого внедрения на предприятии, если там уже на хорошем уровне налажен документооборот.

Для Docflow-систем, так же как и для Workflow-систем, существуют схемы в виде графов, которые состоят из узлов, соединенных различными переходами. Однако по этим графам перемещаются не точки управления, а «корзины» документов. В Docflow-системах, как правило, данные содержатся внутри до-

кументов, которые непосредственно перемещаются по схеме документооборота.

В Workflow данные не перемещаются вместе с точкой управления, а содержатся в глобальных (соответствуют всему бизнес-процессу) и локальных (соответствуют одному узлу) переменных.

В основе технологии Workflow лежат следующие понятия:

объект – информационный, материальный или финансовый объект, используемый в бизнес-процессе (например, письмо, оборудование, счет);

событие – внешнее (не контролируемое в рамках процесса) действие, произошедшее с объектом (например, получение письма, поломка оборудования, изменение ставки налога);

операция – элементарное действие, выполняемое в рамках рассматриваемого бизнес-процесса (подготовка письма, замена оборудования, оплата счета);

исполнитель – должностное лицо, ответственное за выполнение одной или нескольких операций бизнес-процесса (к примеру, менеджер, сотрудник архива, директор).

Взаимоотношения между базовыми понятиями технологии Workflow отображены на концептуальной информационной модели, представленной на рис. 20.

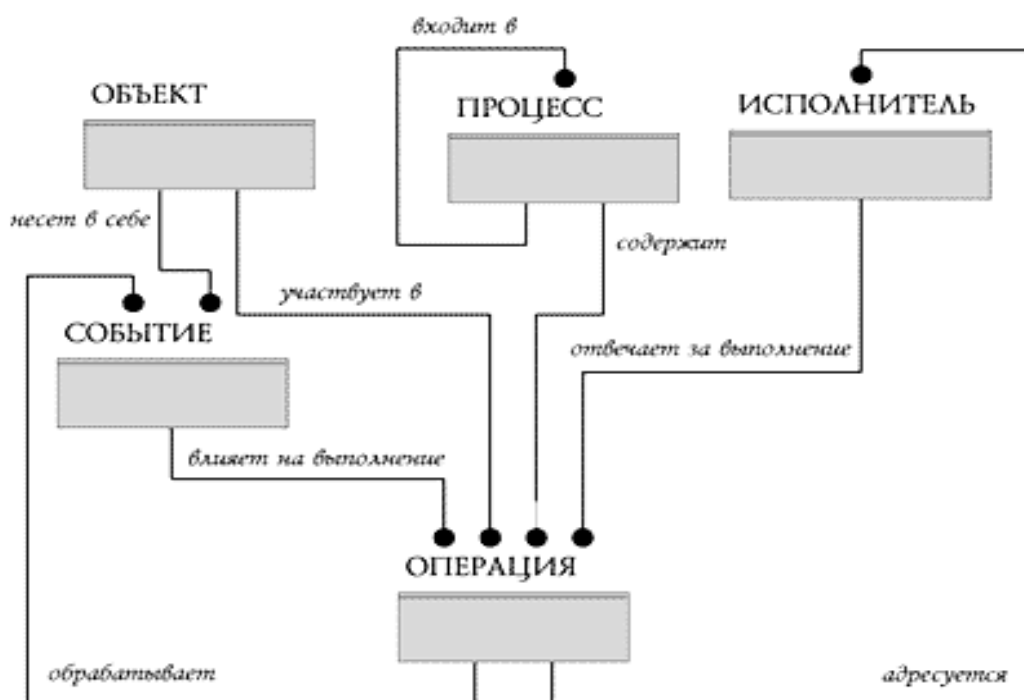


Рис. 20. Концептуальная информационная модель технологии Workflow

Несмотря на то, что модель подготовлена в соответствии с требованиями стандарта IDEF1X, ее общая интерпретация и анализ не требуют специального изучения правил используемой методологии. В рамках этой модели ПРОЦЕСС состоит из ОПЕРАЦИЙ и других ПРОЦЕССОВ. ОПЕРАЦИЯ адресуется ИСПОЛНИТЕЛЯМ, которые в свою очередь отвечают за выполнение одной или нескольких ОПЕРАЦИЙ. ОБЪЕКТЫ участвуют в выполнении ОПЕРАЦИИ. СОБЫТИЯ могут влиять на выполнение ОПЕРАЦИЙ, например, изменяя результат операций или последовательность их выполнения. ОПЕРАЦИИ обрабатывают СОБЫТИЯ, являясь реакцией системы на происходящие СОБЫТИЯ. Жизненный цикл ОБЪЕКТА связан с внешними СОБЫТИЯМИ и ОПЕРАЦИЯМИ, выполняемыми в составе ПРОЦЕССА.

Приведенные понятия не исчерпывают множество терминов, определений и особенностей технологии Workflow, тем не менее, рассмотренная концептуальная модель и/или ее различные модификации служат основой программной реализации любой системы класса Workflow. При этом каждая система обеспечивает решение трех следующих задач:

- разработка описания бизнес-процесса;

- управление выполнением бизнес-процесса;
- интеграция используемых в процессе приложений.

Инструментальные средства описания процесса предназначены для формирования формального описания процесса в виде упорядоченного множества операций, правил их выполнения, связанных с ними объектов, исполнителей и событий. Полученное описание или спецификация процесса используется для контроля и управления выполнением процесса на основе поступающих в систему данных. В качестве этих данных выступают информация, введенная пользователем, результаты выполнения отдельных операций, данные от прикладных систем, архивов и баз.

В свою очередь средства управления выполнением процесса предоставляют пользователю и/или прикладной системе информацию, необходимую для каждой операции, а выявленные на этапе выполнения несоответствия служат основанием для пересмотра спецификации процесса.

3.4.2. Задача и роли Workflow-технологии

Задача WORKFLOW-системы – автоматизация бизнес-процессов предприятия. WORKFLOW-система должна выполнять две основные роли:

1. «Эсперанто менеджмента» – формирование единого языка описания бизнес-процессов для менеджеров предприятия; создание библиотеки бизнес-процессов предприятия.
2. «Универсальный клей» – быстрая интеграция («склеивание») в рамках единого процесса труда сотрудников и компьютерных систем предприятия; быстрая сборка из разнородных «кирпичиков» связного, качественного процесса.

3.4.3. Представление бизнес-процесса как процесса Workflow

Все ли бизнес-процессы могут быть описаны как процессы Workflow? Какие бизнес-процессы целесообразно представлять в виде процессов Workflow? (Определение процесса и процессного подхода дано в разделе описания технологии управления качеством).

Важнейшей особенностью технологии Workflow является поддержка управления процессами, содержащими как автоматизированные – выполняемые средствами информационных систем, так и неавтоматизированные – выполняемые вручную операции. Благодаря этой особенности любой бизнес-процесс предприятия может быть представлен в виде процесса Workflow:

- если выделен;
- структурирован;
- выполняется по правилам, которые можно сформулировать;
- периодически повторяется.

Первые три ограничения являются ответом на вопрос: «какие процессы можно описать», а последнее – «какие целесообразно».

3.4.4. Место технологии Workflow в организации бизнеса

Для определения места технологии Workflow в организации бизнеса воспользуемся подходом, предложенным С. Джостеном (S. Joosten) и его коллегами, и рассмотрим динамику изменения основных компонентов бизнес-системы (рис.21).

Наиболее устойчивым компонентом является миссия предприятия, определяющая назначение компании, ее значимость для общества и направление деятельности. С точки зрения организации бизнеса изменение миссии эквивалентно построению новой компании.

Практически столь же устойчивыми являются иерархия целей предприятия и стратегия его развития. Изменения в стратегии являются, как правило, следствием таких внешних событий, как технологическая революция, радикальное изменение условий рынка или законодательства.

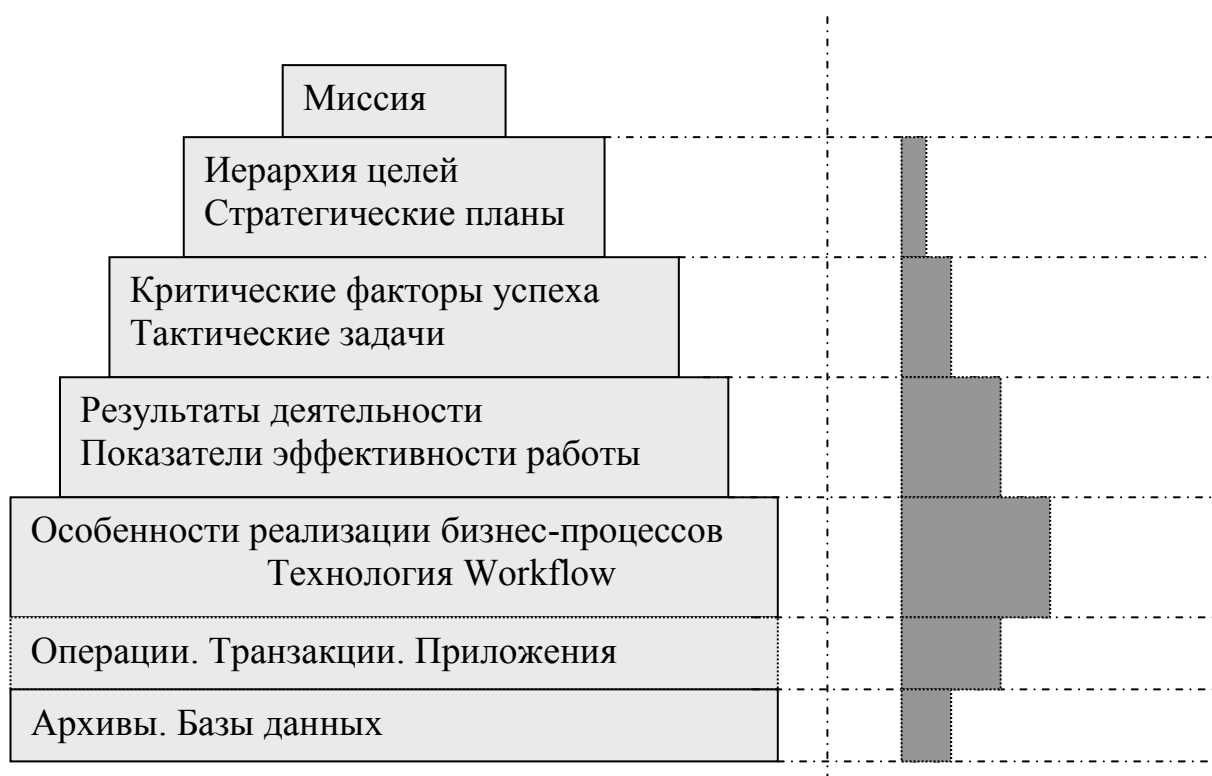


Рис. 21. Динамика изменения основных компонентов бизнес-системы

Критические факторы успеха и состав тактических задач по реализации сформированных планов периодически пересматриваются на основе анализа тенденций развития рынка и статистики результатов деятельности.

Определение результатов деятельности и подсчет значений показателей эффективности проводятся столь часто, сколь это возможно для конкретного сектора рынка, групп изделий, услуг, клиентов, поставщиков и т. д. Однако и в этом случае достоверные данные являются результатом накопленной статистики, хотя и за менее продолжительный период.

Все последующие компоненты входят в состав корпоративной информационной системы, в задачу которой входит информационная поддержка выполнения бизнес-процессов и принятия управленческих решений. При этом динамику развития этой системы в наибольшей степени определяют собственно бизнес-процессы.

С точки зрения организации бизнес-системы основной задачей технологии Workflow является отделение правил выполнения бизнес-процессов от при-

кладных систем и систем управления базами данных, что обеспечивает принципиально большую гибкость и адаптируемость информационной системы. Иными словами, технология Workflow предоставляет возможность оперативной модификации правил выполнения бизнес-процессов без перестройки прикладного программного обеспечения и/или изменения структуры корпоративной базы данных.

Другим важным направлением использования технологии Workflow служит интеграция различных приложений и данных вокруг бизнес-процесса. В этом отношении Workflow можно рассматривать как определенный шаг в развитии архитектуры открытых систем. Стандарты, разработанные WMC, подтверждают эффективность и результативность усилий, нацеленных на развитие этого направления.

3.4.5. Особенности технологии Workflow

Чем же технология Workflow отличается от других технологий и почему ей уделяется такое внимание? Системы Workflow автоматизируют процессы, а не функции. Появление соответствующего ПО Workflow – это реакция рынка информационных технологий на внедрение новых принципов в управление предприятиями и миграцией системы управления от функционально-ориентированной в направлении процессной ориентации.

Процессный подход заставил менеджмент предприятий сконцентрировать внимание именно на правилах и взаимодействиях участников процесса, так как эти аспекты являются основными центрами потерь в силу своей размытости и неопределенности. Необходимость в рамках автоматизации отдельных функций иметь средства для автоматического отслеживания последовательности и времени их выполнения, маршрутов документов, занятости сотрудников на различных стадиях процесса и т.д. привела к идее создания систем класса Workflow. Какие же реальные преимущества и для кого дает внедрение систем Workflow на предприятии?

- **Преимущества для предприятия**

Системы Workflow усиливают контроль над производительностью выполнения задач, связанных с обработкой информации. Повышая конфиденциальность и контроль доступа, Workflow одновременно привносит «промышленные» методы руководства и управления процессами. Резко повышается качество процессов, возникают условия для органического менеджмента качества. Стоимость жизнедеятельности снижается, сокращаются издержки и сроки производственных циклов.

- **Преимущества для клиента**

Улучшение качества обслуживания, повышение его оперативности, четкая информация о состоянии запроса и упрощение доступа к представителям компании.

- **Преимущества для сотрудников**

Каждый работающий видит перечень функций/заданий, которые он должен выполнить, и может организовать свою работу соответствующим образом. Можно наглядно представить контекст каждой функции. Для сотрудников Workflow означает гибкость в работе, быстроту исполнения и высокую степень комфорта.

- **Преимущества для руководства**

Workflow позволяет принимать решения в нужный момент и представляет достаточную информацию, чтобы руководство могло эффективно вмешиваться в процесс управления. Workflow дает возможность менеджерам действовать оперативнее, быстрее и компетентнее, обеспечивая постоянный доступ к информации о состоянии каждого заказа, а система мониторинга позволяет держать ситуацию под контролем. С помощью Workflow можно сделать более эффективной функцию контроля, существенно приблизив ее к промышленному аналогу.

- **Преимущества для аналитика**

Автоматизация процедур на базе Workflow предоставляет в распоряжение организационных аналитиков всю необходимую статистику для анализа

рабочих нагрузок, затрат, периодов пиковой нагрузки и многих других аспектов деятельности компании. Использование инструментальных средств в рамках Workflow позволяет моделировать процедуры и возможные сценарии их выполнения с беспрецедентной степенью детализации и точности, а доступ к данным о выполнении процессов требует минимальных затрат.

Все наиболее известные и влиятельные эксперты и аналитики рынка ИТ, включая Garthner Group, Giga Information Group, AIIM, Delphi Consulting Group, отмечают, что Workflow стала технологией mainstream, т.е. ключевой технологией, оказывающей воздействие на развитие других технологий. При этом в настоящий момент данный вопрос рассматривается более широко: технология Workflow является частью концепции управления бизнес-процессами (Business Process Management, BPM), которая предлагает подходы к повышению скорости реакции компании и ее процессов на происходящие изменения. В 2007 году компания Delphi Consulting Group подготовила отчет по состоянию рынка технологий управления процессами на конец второго квартала 2007 года. Результаты основаны на опросе 500 ведущих компаний мира. Одним из рассматриваемых аспектов была роль этих технологий в управлении компанией и в ее информационной инфраструктуре. Со значительным отрывом лидерами технологий стали системы управления потоками работ (Workflow), методология моделирования архитектуры предприятий (enterprise architecture modeling) и методология управления бизнес-процессами (BPM) на платформе ARIS. В этом смысле судьба этих систем гораздо счастливее, чем программных решений других видов. Обычно ситуация выглядела так: сначала системы создавались, а потом приходило сознание того, что они между собой несовместимы. Тратились и тратятся немалые деньги на преодоление этих барьеров. Разработчики систем Workflow почти сразу поняли необходимость в стандартах и создали упоминавшуюся выше организацию WorkflowMC, назначение которой – разрабатывать стандарты взаимодействия систем Workflow не только между собой, но и с другими приложениями. Это особенно актуально сейчас, когда Workflow рассматривается как средство интеграции различных корпоративных приложений

в рамках предприятия или даже нескольких предприятий, как своего рода решение класса middleware.

3.4.6. Workflow как средство интеграции

Workflow как ключевая технология интеграции, которая связывает бизнес-процессы с информацией, необходимой для их реализации, объединяет унаследованные приложения и новое программное обеспечение рабочих мест сотрудников предприятия – участников бизнес-процессов. Практическая реализация Workflow-систем ставит ряд вопросов интеграции, связанных с необходимостью свести все элементы многокомпонентной системы воедино, преодолеть функциональную несовместимость различных систем. Для этого необходим взаимоувязанный набор стандартов, поддерживающих интеграцию и функциональную совместимость. Среди них, кроме собственно стандартов технологии Workflow, следует назвать:

- стандарты инструментария моделирования бизнес-процессов;
- стандарты систем управления документами;
- стандарты интеграции с Web;
- стандарты CORBA;
- стандарты интеграции со службами обеспечения безопасности.

3.4.7. Математические основы языков описания бизнес-процессов

Процессный подход к управлению предприятием не подразумевает наличия Workflow-системы. Здесь можно провести аналогию с бухгалтерией. Бухгалтерский учет на предприятии вести надо, и для этого совершенно необходим грамотный бухгалтер, владеющий знаниями и навыками ведения бухгалтерского учета. Тем не менее, все операции можно делать и без автоматизированных средств – на бумаге. Точно так же бизнес-процессы можно описывать и изменять без использования Workflow-системы. Главное, чтобы на предприятии был консультант и/или менеджеры, которые разбираются в методологии процессного подхода к управлению предприятием, но, как и в случае с бухгалтерским

учетом, применение Workflow-системы позволит осуществлять процессное управление на принципиально ином уровне.

Для переноса схемы бизнес-процесса в Workflow-систему требуется описать бизнес-процесс формально: задать граф состояний, набор переменных, бизнес-правил и графических элементов форм, связать узлы графа состояний с соответствующими внешними приложениями или ролями пользователей и т. д.

На этом этапе встает вопрос о формальных языках описания бизнес-процессов, которые позволяют перенести их в Workflow-систему.

Существует два типа Workflow-языков:

- Workflow-язык, разработанный для конкретной Workflow-системы;
- Workflow-язык, разработанный неким консорциумом как стандарт для реализации в целом классе Workflow-систем.

Далее речь пойдет о втором типе Workflow-языков.

В основе большинства Workflow-языков (как стартовая точка разработки концепции языка) лежит одна из двух хорошо известных математических теорий:

- теория сетей Петри;
- концепция Pi calculus .

3.4.8. Теория сетей Петри

Эта математическая дисциплина, основанная на классической теории графов, является расширением теории конечных автоматов. Она возникла в 60-х годах XX века и с тех пор постоянно развивается. На основе одного из вариантов сетей Петри (High-level Petri Nets) в настоящее время создается международный стандарт ISO/IEC 15909. Сети Петри – сложная, очень хорошо развитая теория, в ней строго определены такие понятия, как состояния, условия, переходы и т. п. Она включает также графическую нотацию (систему графических обозначений, с помощью которых можно рисовать соответствующие графы). Эта область хорошо исследована математиками: установлены многие свойства сетей Петри, доказаны важные теоремы.

Практическое использование теории сетей Петри в основном было связано с описанием поведения очень сложных систем, например элементов интегральных схем. Построив для системы сеть Петри, далее можно было использовать развитый математический аппарат и таким образом исследовать ее свойства.

Для описания Workflow-систем использовать концепцию сетей Петри в явном виде неудобно, так как принятая там графическая нотация не является интуитивно понятной (бизнес-аналитикам, а тем более менеджерам с ней сложно работать) и, кроме того, не все виды Workflow-процессов можно описать с ее помощью.

Наследниками теории сетей Петри стали первые Workflow-языки (например, WPDЛ и XPDL коалиции WorkflowMC). Они основаны на теории графов и включают в себя многие понятия и концепции сетей Петри – узлы, переходы, условия и т. д., однако в отличие от сетей Петри эти Workflow-языки не являются строгими: в ряде случаев можно составить такие языковые конструкции, которые будут синтаксически допустимыми, хотя поведение порожденного ими бизнес-процесса не будет определено однозначно.

Аалст и Хофстед предложили расширение концепции сетей Петри для Workflow-систем, введя дополнительные базовые элементы. Этот подход привел к появлению нового строгого Workflow-языка – YAWL (Yet Another Workflow Language, «еще один Workflow-язык»). К сожалению, он оказался очень сложным, его графические диаграммы также непонятны интуитивно, и, скорее всего, использоваться он будет исключительно в теоретических целях.

Ограниченность WORKFLOW-языков, основанных на теории сетей Петри, – следствие того, что концепция сетей Петри основана на теории графов. В последнее время в программировании предложены понятия, не укладывающиеся в рамки теории графов, например исключения (exceptions). Эти новые «программистские» понятия были применены при разработке некоторых Workflow-языков (в частности, BPML/BPMN) и оказались очень полезными. Таким образом, роль теории сетей Петри в мире Workflow-языков неоднозначна: с одной

стороны, эту теорию можно использовать для исследования некоторых видов Workflow-процессов, с другой – с ее помощью нельзя описать все Workflow-процессы. Кроме того, диаграммы сетей Петри чрезвычайно громоздки: в случае сложных процессов соответствующие им сети Петри содержат огромное количество элементов и разобраться в них очень трудно.

3.4.9. Концепция Pi calculus

Концепция Pi calculus (*p-исчисление*) была разработана в конце 80-х годов XX века Робинот Милнерот и основана на алгебре параллельных процессов. В отличие от сетей Петри математическими объектами *p-исчисления* являются не графы, а выражения над элементами специальных множеств и преобразования этих выражений. В настоящее время *p-исчисление* является перспективной, хотя и очень молодой и развивающейся теорией, в ней много открытых вопросов и нерешенных проблем.

Разработчики двух из наиболее интересных в настоящее время WORKFLOW-языков – BPML и BPEL4WS – утверждают, что, так как в их основе лежит солидная математическая теория – *p-исчисление*, эти языки обладают очень высокой выразительной мощностью. Однако немало и скептиков, считающих, что связь этих языков с концепцией Pi calculus не очевидна, и предполагающих, что мы имеем дело скорее с маркетинговым ходом, чем с реальным использованием сложной математической теории для построения Workflow-языка.

3.4.10. Workflow-системы и «война» стандартов

Workflow-направление сегодня активно развивается. Многие Workflow-системы несовместимы между собой. Их описания нередко даны в разной терминологии, из-за чего эти системы трудно сравнивать. В таких условиях жизнь сильно облегчили бы единые стандарты для Workflow-систем.

Зачем вообще нужны стандарты такого рода?

Стандарты полезны разработчику, поскольку позволяют:

- сосредоточиться на эффективном решении технических вопросов реализации (не надо решать общие концептуальные проблемы);
- реализовывать не всю систему, а только ее части. Следование единому стандарту гарантирует, что созданный компонент будет взаимодействовать с компонентами других производителей, поддерживающих данный стандарт.

Стандарты полезны пользователю системы:

- позволяют сменить одну Workflow-систему на другую в рамках того же стандарта (если фирма-разработчик по каким-либо причинам перестанет поддерживать продукт). Все определения старых бизнес-процессов будут справедливы и в новой среде;
- разрешают описывать бизнес-процессы того или иного типа не для каждой системы, а для стандарта. Далее можно, не исследуя функциональность конкретной системы, быть уверенным в том, что если эта система удовлетворяет стандарту, то она гарантированно поддерживает и процессы соответствующего типа.

Конечно, всем было бы удобно, если бы существовал общепринятый промышленный стандарт для Workflow-систем. Однако в настоящее время ситуация со стандартами сложная: проблема в том, что различных Workflow-спецификаций слишком много. Идет «война» стандартов: различными международными сообществами разработано множество конкурирующих спецификаций и количество их постоянно возрастает. Если в 1995 г. Workflow-стандартами занимался только консорциум WorkflowMC, то в 2003-м было уже 10 групп, создающих стандарты, имеющие отношение к Workflow-системам, и только для описания бизнес-процесса ими предложено семь различных стандартов.

В табл. 9 приведен список наиболее известных международных коалиций, которые разрабатывают спецификации, относящиеся к Workflow-системам.

Коалиции, вырабатывающие стандарты Workflow-систем

Коалиция	Спецификации		
	Архитектура Workflow-систем	Языки определения бизнес-процессов	Графические нотации диаграмм описания бизнес-процессов
WMC	Workflow Reference Model	WPDЛ, XPDL	нет
BPMI	нет	BPML	BPMN
Коалиция IBM, Microsoft BEA, SAP, Siebel	нет	BPEL4WS	нет
OMG	Workflow Management Facility Specification	нет	Activity-диаграмма языка UML

В спецификации Workflow Reference Model предлагается следующая общая архитектура для Workflow -системы:

- распределенное ядро системы, которое содержит набор выполняемых экземпляров бизнес-процессов;
- редактор определений бизнес-процессов;
- клиентское приложение, при помощи которого ядро взаимодействует с пользователями;
- внешние приложения, вызываемые Workflow-системой;
- административное приложение.

Стандарт предполагает, что все компоненты взаимодействуют не напрямую друг с другом, а только с распределенным ядром системы.

Следующий шаг в рамках данной эволюции сделал консорциум OMG (Object Management Group). В 2000 г. он выпустил документ Workflow Management Facility Specification. В нем построены основы архитектуры ядра Workflow-системы, на языке IDL определены основные интерфейсы многих компонентов. Несмотря на то, что согласно предисловию к документу спецификация основана на WAPI WMC (OMG IDL binding), это другая спецификация, которая унаследовала только основные принципы построения общей архитектуры системы коалиции WfMC.

В 2000 г. появилась коалиция BPMI, которая достаточно быстро разработала основанный на технологии Web-сервисов язык определения бизнес-процессов BPML и начала создание других полезных стандартов (несовместимых со спецификациями WfMC).

Через некоторое время коалиция BPMI подготовила стандарт графических диаграмм, описывающих WF-процесс, – BPMN. Язык также содержал правила автоматического перевода графических диаграмм BPMN в язык BPML.

Был период, когда BPMI позиционировала язык графических нотаций BPMN как графическую оболочку для BPEL4WS. Однако в настоящее время коалиция реанимировала BPML и предлагает экспорт из графической нотации BPMN как в BPML, так и в BPEL4WS. Но ситуация с языком BPML остается очень неопределенной, BPML проще и удобнее BPEL4WS, но вполне возможно, что корпорации-гиганты все-таки вытеснят его своей спецификацией BPEL4WS.

Ситуация с BPMN оказалась тоже далеко не безоблачной. Консорциум OMG разработал диаграмму Activity в языке UML 2.0, которая в некотором смысле является альтернативой языку BPMN (по графической выразительной силе эти нотации примерно одинаковы).

3.4.11. Тенденции развития стандартов

Спецификации языков описания бизнес-процессов BPML и BPEL4WS были поданы в консорциум OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) на утверждение в качестве промышленного стандарта. Также в OASIS была подана спецификация Wf-XML.

Однако консорциум OASIS не утвердил в чистом виде ни BPEL4WS, ни BPML, а создал собственный комитет по разработке спецификации языка определения бизнес-процессов на основе BPEL4WS с учетом решений BPML. Эта спецификация будет называться WS-BPEL. Когда она будет разработана, неизвестно.

Также вполне вероятно, что в будущем графическая спецификация BPMN сольется с диаграммами Activity языка UML.

3.4.12. Реализация стандартов Workflow

Ведущие поставщики ERP-систем на мировом рынке – SAP AG, Baan (ныне Invensys) – реализовали технологии Workflow в последних версиях своих продуктов.

Среди продуктов Workflow на мировом рынке выделяются следующие:

- Staffware фирмы Staffware Corp как наиболее отвечающий совокупности требований пользователей;
- MQ/Series Workflow фирмы IBM, способный прямо взаимодействовать с другими Workflow-продуктами через сообщения MQSeries, представленными в формате XML;
- COSA Workflow фирмы COSA Solutions, выбранный Baan для встраивания в ERP-систему Baan IV.

Многие из продуктов Workflow интегрированы с наиболее распространенными приложениями, такими как Lotus Notes и Microsoft Exchange.

3.5. Технология управления качеством

3.5.1. Понятие качества

В 1986 году Международной организацией по стандартизации ИСО были сформулированы термины в области качества для всех отраслей бизнеса и промышленности. В 1994 и 2000 годах терминология была уточнена. Стандартизованы следующие определения качества:

- *Качество* – это совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворить установленные и предполагаемые потребности (ISO 8420).
- *Качество* – степень соответствия присущих характеристик требованиям потребителей продукта (ГОСТ Р ИСО 9000 - 2001).

При этом исходным в определении качества является понятие «потребность». Важно знать, какой характер носят эти потребности, поэтому связь количественных и качественных параметров рассмотрим на примере модели Маслоу.

Заслуга Маслоу в том, что он не только выявил эти потребности, но и создал их иерархическую последовательность, проранжировав их в определенном порядке: физиологические потребности, потребности в безопасности, общении, признании и уважении и, наконец, потребности в самоактуализации (самореализации).

Физиологические потребности человека включают потребности в еде, питье, сне, тепле, приюте (жилье) и т.п.

Безопасность подразумевает потребность человека в обеспечении его уверенности и защите от опасности, которая обычно достигается принадлежностью человека либо к семье, либо к группе единомышленников, к рабочей группе, к обществу, т.е. принадлежностью к той совокупности людей, которые обеспечивают ему требуемую безопасность.

Потребность в общении необходима человеку для того, чтобы иметь теплые связи с людьми, позволяющие исключить чувство одиночества, отчужденности, отстраненности.

Признание и уважение является более высокой эволюционной потребностью человека, чем предыдущие, обеспечивающей ему уверенность в себе и чувство самоуважения.

Самореализация – стремление реализовать все то, на что потенциально способен человек, вызванное желанием самоутверждения. И эта потребность человека в отличие от четырех предыдущих, по мнению Маслоу, успешно движет человеком в результате скорее избытка мотиваций, чем недостатка.

Все приведенные потребности человека Маслоу рассматривает как динамическую модель потребностей, которая может изменяться и совершенствоваться применительно к конкретному индивиду в зависимости от его особенностей и окружающих его условий. Базируясь на элементарных потребно-

стях человека, можно стимулировать развитие и реализацию более высоких в иерархической ступени его потребностей. Задача руководителя состоит в том, чтобы не только удовлетворить минимальные потребности членов своего коллектива, обеспечивающие их работоспособность, но и стимулировать наибольшую эффективность каждого из них, переходя от низкого к более высокому уровню иерархии потребностей человека.

В понятие «качества» также входят термины «характеристика», «свойство» (способность) и «объект».

Характеристика – представляет собой взаимосвязь между зависимыми и независимыми переменными, выраженными в виде таблицы, формулы, графики и текста. Например, функция объема спроса (Q_1) от цены (Q_2), является ценовой характеристикой конкретного товара. Следовательно, с увеличением спроса при той же цене ($Q_1 \rightarrow Q_2$) можно констатировать улучшение качества и возрастание дохода.

Свойство – выражает такую сторону предмета, которая подчеркивает его различие или общность с другими предметами и проявляется в его отношении к ним. «Свойство» как и «качество» представляет собой философскую категорию и обычно обобщает ряд характеристик объекта. Так, при изучении количественных показателей качества было стандартизировано 13 свойств промышленной продукции:

- функциональная пригодность;
- надежность;
- безотказность;
- долговечность;
- ремонтпригодность;
- сохраняемость;
- энергомичность;
- эстетичность;
- технологичность в производстве;

- технологичность при применении;
- ресурсопотребление;
- безопасность;
- экологичность.

Одной из наиболее важных характеристик является надежность. *Надежность* можно рассматривать как свойство продукта сохранять свое качество (в определенных пределах) во времени.

Совокупность ожидаемых потребителем параметров качества необходимого ему продукта и их значения, удовлетворяющие запросам потребителя, и будет составлять *ценность продукта*.

Если рассмотренные выше параметры качества характеризовали главным образом удовлетворенность потребителя, то параметр «ценность» может считаться параметром, который будет интересовать и производителя. Более того, этот параметр связывает воедино потребителя и производителя через стоимость продукта. Вполне понятно, что взгляды производителя и потребителя на вопросы «ценности» продукта будут различаться.

Объект – то, что может быть индивидуально рассмотрено и описано. Например, процесс, деятельность или продукция, отдельное лицо, организация, система, любая комбинация из них.

Система качества – совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления общего руководства качеством.

3.5.2. Количественные оценки качества

Потребитель, учитывая ценность (D) предлагаемого ему продукта, примет окончательное решение о его приобретении с учетом того, насколько реальная стоимость (S) этого продукта соответствует предполагаемым им затратам на его приобретение и последующую эксплуатацию (стоимость эксплуатации и возможного ремонта).

Точки зрения производителя и потребителя на стоимость (S) ценного (D) продукта отличаются и зависят:

- от затрат производителя на обеспечение требуемого потребителем качества, т.е. от реальной стоимости продукта для производителя;
- затрат потребителя, т.е. от реальной стоимости продукта для потребителя в отличие от ожидаемых им затрат на приобретение продукта.

В обоих случаях под ожидаемой стоимостью продукта будем понимать ожидаемую его стоимость при реализации требуемых параметров качества, а под реальной стоимостью продукта S – стоимость продукта с реализованными параметрами качества.

Для производителя ожидаемая стоимость будет означать:

$S = \text{прибыль} + \text{затраты на рабочую силу} + \text{материалы} + \text{накладные расходы}.$

Для простоты оценки стоимости продукта здесь не учитываются долгосрочные затраты производителя, связанные с затратами на оборудование и производственные помещения.

Для потребителя ожидаемая стоимость – это стоимость ценного D (правильно сделанного с точки зрения потребителя), бездефектного (хорошо сделанного) продукта, выполненного производителем с первого раза (сделанного без переделок и исправлений).

Люди будут пользоваться продуктом производителя, если они удовлетворены его ценностью D (необходимостью его приобретения и совокупностью предлагаемых параметров качества) и стоимостью S . Компании, которые не удовлетворяют потребностей потребителей либо по D , либо по S , вскоре обнаруживают, что клиенты ушли от них и они потеряли свою область рынка за счет более профессиональных конкурентов, которые лучше поняли потребности клиентов. Чем выше уровень удовлетворенности потребителя, тем выше возможности развития бизнеса.

Таким образом, удовлетворенность потребителя (U) зависит от ценности (D) продукта и его стоимости (S) и может быть представлена в виде:

$$U = D/S, \quad (2)$$

Здесь мы имеем типовую триаду «стоимость – ценность – удовлетворенность» и, следовательно, выражение (2) отражает в явном виде *закон сохранения удовлетворенности*.

При любых формах конкуренции главные события борьбы, в соответствии с законом сохранения удовлетворенности, происходят на фоне удовлетворения спроса потребителей. В связи с этим можно выделить три основных пути конкурентной борьбы производителей (рис. 22), соответствующих рассмотренным ситуациям.



Рис. 22. Пути конкурентной борьбы

1. Конкуренция за счет снижения цен при общем низком качестве продукции.

Этот путь возможен при ситуации, когда $D > S$, и предельном ее случае, когда $D = S$. Этот период наблюдался после окончания Второй мировой войны вплоть до 50-х годов. Рынок потреблял все, что производилось. Массовость такой ситуации характерна также для государств с распределительной системой производства и потребления. Однако и в этих условиях конкурентной борьбы

производитель с низким качеством продукции при ее сравнительно высокой стоимости обречен на провал. Поэтому, как это показано на рис. 22, такой бизнес является заведомо плохим. Конкурентная борьба, если она имеет место, ведется в основном за снижение цен при общем сравнительно низком качестве продукции. В соответствии с законом сохранения удовлетворенности (2) величина U является константой. Поэтому для ее сохранения необходимо одновременное снижение ценности D и стоимости продукта S , т.е. низкое качество и низкая стоимость продукта. Такое производство в настоящее время является устаревшим.

2. Конкуренция за счет повышения ценности (качества) D продукта и соответствующей его стоимости S .

По мере насыщения рынка и повышения жизненного уровня населения потребитель становится более разборчивым и готов заплатить большую стоимость за более ценный продукт. Производитель вынужден повышать ценность D продукта за счет:

- применения новейших технологий и более качественного сырья;
- сужения специализации производства с одновременным расширением ассортимента специализированного продукта;
- повышения качества.

Если фирма традиционно имеет свою нишу на рынке, она увеличивает ценность своей продукции с увеличением ее стоимости (см. рис. 22). При этом введение новых технологий и совершенствование старых, хотя и требует дополнительных инвестиций, но стимулируется повышением требований потребителя, который готов платить больше за более высокое качество продукта.

Влияние характера изменения D и S на удовлетворение потребителя при данном пути конкурентной борьбы можно представить как их одновременное увеличение при сохранении нормы удовлетворенности. Подобный путь конкурентной борьбы был характерен для мировой экономики 60-х годов. Такое положение с удовлетворением требований потребителя характерно в основном для нейтральной ситуации, когда $D = S$, и потому одновременное повышение D

и S не может обеспечить стабильную и долговременную прибыль предприятию. Будут появляться другие фирмы (старые и вновь создаваемые), которые «сделают вызов» (см. рис. 22), пытаясь занять традиционную нишу конкурента за счет повышения ценности D и снижения стоимости S , т.е. другого пути в конкурентной борьбе за потребителя нет.

3. Конкуренция за потребителя в условиях насыщенного рынка.

Этот путь конкурентной борьбы в мировой экономике характерен для периода, начиная с 70-х годов и по настоящее время. Борьба за потребителя в этот период идет не только за счет повышения ценности D продукта, но и за счет одновременного снижения его стоимости S . И пионером этого пути конкурентной борьбы стала Япония, которая еще в 60-х годах провозгласила: «Высокое качество по низким ценам».

Характер влияния составляющих D и S на удовлетворенность потребителя приобретенным продуктом для этого случая происходит при одновременном увеличении D и снижении S , но это ведет к нарушению существующего закона сохранения удовлетворенности U . Эту ситуацию необходимо понимать следующим образом: происходит формирование нового закона сохранения качества, в котором константа удовлетворенности (U) потребителя будет иметь больший «вес».

В этот период на мнение потребителя большое влияние начинает оказывать имидж компании, который в настоящее время для потребителя часто бывает решающим при приобретении продукта. Имидж компании, с точки зрения потребителя на ценность продукта, может быть

- *объективным*, когда высокое качество продукта компании в течение длительного времени подтверждается всеми потребителями и является общепризнанным;
- *субъективным*, основанным на прошлом собственном опыте конкретного потребителя, его привычках, личном убеждении по поводу уровня качества предлагаемого продукта.

С учетом имиджа фирмы выражение (2) для определения удовлетворенности потребителя примет вид

$$U=I*(D/S), \quad (3)$$

где I – коэффициент имиджа.

3.5.3. Качество и стадии ЖЦИ

Качество не рождается само по себе. Диалектика свидетельствует о том, что это понятие рождается в результате перехода количества в качественно новое состояние, поэтому совокупность количественных характеристик объекта, каждая из которых отражает некоторое представление о целостном объекте, «замыкаясь» в единое целое, порождает целостное представление об объекте, которого не существовало ранее.

Можно даже на интуитивном уровне говорить о качестве продукта как о его свойстве, которое закладывается в продукт в процессе его разработки и производства. Однако эти свойства оцениваются только при эксплуатации, т.е. когда продукт уже готов и попадает в руки потребителя.

Поэтому качество продукта можно планировать при разработке как самого продукта, так и процесса его изготовления. Этот этап создания продукта с заданными потребителем требованиями соответствует в производстве разработке конструкторско-технологической документации (этапы конструкторской и технологической подготовки производства). После него производитель в процессе изготовления старается воспроизвести продукт с запланированными значениями параметров качества, которые называются *показателями качества*. Например, параметром качества продукта может быть его масса, а показателем качества в этом случае будет конкретное значение этой массы, записанное в нормативно-технической документации на этот продукт и соответствующее требованиям потребителя.

Контроль качества осуществляется путем сравнения запланированного показателя качества с действительным его значением, а если качество можно контролировать, то им можно и управлять. Собственно контроль качества, на-

пример процесса производства, и состоит в том, чтобы, проверяя нужным образом подобранные выборочные данные (показатели качества), обнаружить отклонение показателей качества от запланированных их значений. В случае обнаружения такого отклонения производитель ищет причину его появления и после корректировки процесса вновь проверяет соответствие скорректированных показателей качества запланированным их значениям (стандарту или норме). Именно по такому непрерывному циклу осуществляются управление и обеспечение требуемого качества и дальнейшее его улучшение. Учитывая последовательность прохождения в этом цикле таких

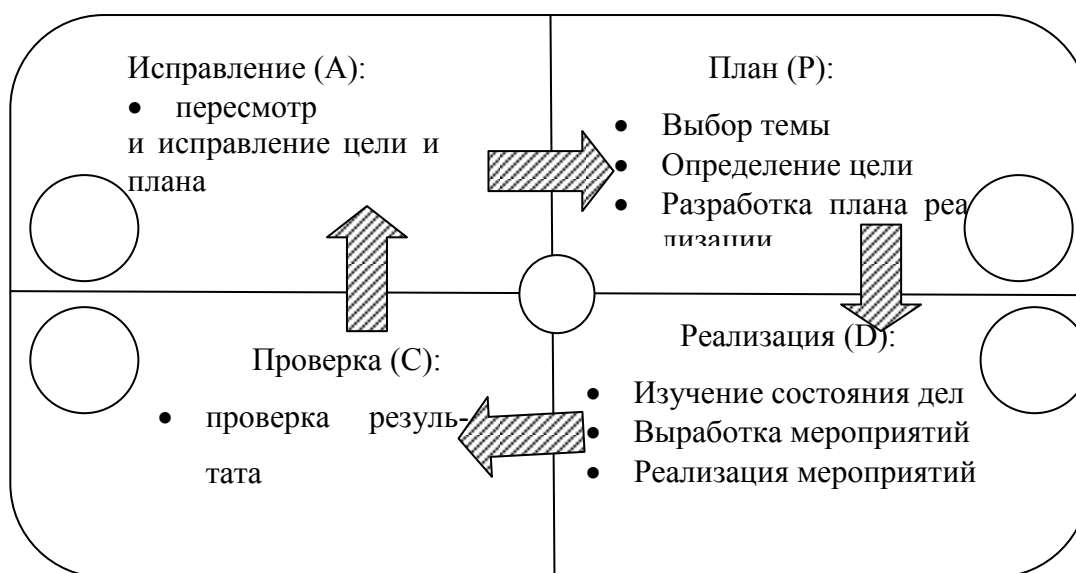


Рис. 23. Цикл Деминга – Шухарта

важнейших этапов, как план (PLAN), реализация (DO), проверка (CHECK) и исправление (ACTION), его называют PDCA-циклом (рис. 23), или циклом Деминга–Шухарта.

Цикл повторяется до совпадения результата с планом, который может периодически изменяться в соответствии с требованиями потребителей и поэтому является основным методом достижения требуемого качества. В случае же контроля требуемого качества этап планирования заменяется стандартом или нормой (на рис. 23 вместо «плана» (P) в этом случае будет «стандарт» (S-

standard))), в соответствии с которым корректируется процесс производства продукта.

3.5.4. Теория всеобщего управления качеством

Основателем теории «всеобщего управления качеством» (Total Quality Management – TQM) можно считать Эдварда У. Деминга. Идею преобразования послевоенной экономики согласно этой теории Деминг изложил в 14 постулатах. Большинство постулатов связано с изменением системы управления компанией. Тогда на Западе, как и сейчас в России, отношения в большинстве фирм строились на основе конкуренции, при этом конкуренция наблюдалась между рабочими, между рабочими и руководителями, между различными отделами фирмы. Претворяя в жизнь постулаты Деминга, в Японии удалось устранить эту конкуренцию.

И в этом заключается главная сущность этой системы качества – ориентация на интеграцию всех ресурсов системы во имя коллективных целей компании, на формирование соответствующего коллективного мышления фирмы взамен индивидуального мышления ее сотрудников, поэтому, учитывая опыт Японии и ряда стран Запада, при реализации постулатов Деминга следует особое внимание уделить следующим моментам:

- *эмоциональной сфере сотрудников фирмы.* Как уже отмечалось ранее, необходимо устранить страх сотрудников фирмы перед наказанием или увольнением, заменив его доброжелательными отношениями между сотрудниками и руководством, которое выступает в роли наставника;
- *мотивационной сфере сотрудников.* Отказаться от пустых лозунгов и лозунгов, выраженных цифрами, так как они не являются мотивирующими факторами;
- *развитию человеческих ресурсов.* Рекомендуется поощрять образование и самообразование;
- *взаимоотношениям между руководителем и подчиненными.* Задача руководителя не контролировать, а помогать подчиненным в их работе;

- *взаимоотношениям между различными отделами.* Рекомендуется не только устранять барьеры между отделами, но и поощрять взаимопомощь.

Успех японской промышленности после введения Всеобщего Управления Качеством очевиден, и он лишний раз может быть проиллюстрирован затратами промышленности США и Японии на переделку некачественной продукции в конце 80-х – начале 90-х годов. Если японская промышленность затратила на это 5 – 10 % от общей суммы, затраченной на производство продукции, то потери американской промышленности в этот же период времени составили 25 – 30 %.

3.5.5. Принципы менеджмента качества

Для успешного руководства организацией и ее функционирования необходимо осуществлять менеджмент качества систематически и открыто. Рекомендации базируются на восьми принципах менеджмента качества.

Эти принципы были разработаны для применения высшим руководством с целью улучшения деятельности организации. Они включены в содержание стандарта (ГОСТ Р ИСО 9004-2001):

а) Ориентация на потребителя.

Организации зависят от своих потребителей и поэтому должны понимать их текущие и будущие потребности, выполнять их требования и стремиться превзойти их ожидания.

б) Лидерство руководителя.

Руководители обеспечивают единство цели и направления деятельности организации. Им следует создать и поддерживать внутреннюю среду, в которой работники могут быть полностью нацелены на решение задач организации.

в) Вовлечение работников.

Работники всех уровней составляют основу организации, и их полное вовлечение дает возможность организации с выгодой использовать их способности.

г) Процессный подход.

Желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессом.

д) Системный подход к менеджменту.

Выявление, понимание и менеджмент взаимосвязанных процессов как системы вносят вклад в результативность и эффективность организации при достижении ее целей.

е) Постоянное улучшение.

Это в целом следует рассматривать как ее неизменную цель.

ж) Принятие решений, основанное на фактах.

Эффективные решения основываются на анализе данных и информации.

з) Взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Организация и ее поставщики взаимозависимы, и отношения взаимной выгоды повышают способность обеих сторон создавать ценности.

Успешное использование организацией восьми принципов менеджмента приведет в результате к выгодам для заинтересованных сторон, таким как увеличение денежного оборота, создание ценности и повышение стабильности.

3.5.6. Концепция «6 сигм»

Концепция Six-Sigma (или, в русскоязычной интерпретации, «6 сигм») превратилась в философию качества, основанную на постановке агрессивных краткосрочных целей в борьбе за долгосрочные цели. В ней используются сфокусированные на потребителя измерения в целях продвижения непрерывного улучшения на всех уровнях любого предприятия. Долговременная цель состоит в разработке и внедрении процессов, в том числе административных и сервисных, которые так совершенны, что измеряются уровнем только нескольких дефектов на миллион событий.

Для любой операции или на любом шаге процесса можно определять количество дефектов: например, отсутствие реакции на запрос заказчика в течение, по крайней мере, четырех часов, ошибка в заказе на покупку, неправильный счет и т. д. Можно также определять дефекты в цепи процессов, связанных

с внутренними и внешними заказчиками. Установление этих мер в единицах дефектов на миллион событий усиливает их потенциальное влияние. С точки зрения статистики этим мерам придается больший вес.

Концепция «6 сигм» получает в последнее время все большее распространение в практике российских компаний. Когда бизнес-процессы предприятия описаны, построены графические модели, необходимо провести их анализ для последующей оптимизации. Соответственно, группа, работающая над проектом, нуждается в методике анализа процесса, планировании и осуществлении мер по обеспечению постоянного уровня качества.

Сам по себе термин «сигма» является статистическим и обозначает стандартную девиацию, т.е. отклонение. В идеале вы видите свой процесс без отклонений, с постоянным качеством на выходе. В реальности отклонения возникают, и те из них, которые выходят за пределы приемлемого уровня, называются дефектами.

Концепция «6 сигм» началась с упора на общепринятую меру для любой продукции бизнес-организаций – числа дефектов на единицу продукции (DPU). Число дефектов на единицу продукции вычисляется путем деления числа дефектов, обнаруженных на каком-то конкретном рассматриваемом участке процесса, на число единиц продукции, прошедших через этот участок. Применение общего измерительного эталона позволяет устанавливать достижимые краткосрочные и долгосрочные цели качества и измерять степень успеха в их достижении. Далее, согласно концепции «6 сигм», измерения распространили на работы по продукции и обслуживанию, описывая их числом дефектов на миллион событий (DPMO). Эта мера получается путем умножения DPU на миллион и последующего деления этого произведения на среднее число событий с ошибками.

Понятие «приемлемого уровня» является основным в методе «6 сигм»: максимальное отклонение выхода процесса должно быть в 6 раз меньше того отклонения, которое требует потребитель. Отсюда и возникло понятие качества «сигма»: сколько раз фактическое отклонение укладывается в допуск указан-

ный потребителем. Начальным уровням качества «сигма» соответствуют сотни и десятки дефектов на тысячу, более высоким, пятому и шестому, – десятки и единицы на миллион (табл. 10). Цель «6 сигм» – повысить качество и уменьшить количество дефектов. Таким образом, достигается снижение расходов (меньше гарантийных претензий по качеству), экономится время и упрочняется позиция компании на рынке.

Таблица 10

Уровни сигма

Уровень «сигма»	Количество дефектов на миллион	Количество дефектов на тысячу	Дефекты от общего количества, %
6	3.4	0,0034	0,00034
5	233	0,233	0,0233
4	6210	6,210	0,6210
3	66807	66,807	6,6807
2	308537	308,537	30,8537

Парадоксально, но факт того, что методика «6 сигм» предполагает наличие дефектов, делает ее наиболее эффективным инструментом для улучшения качества: вместо абстрактных понятий тотального управления качеством, максимального удовлетворения нужд клиента или бездефектного производства предлагается применять механизм, регламентирующий определение конкретных показателей процесса, их измерение, анализ, планирование мер по улучшению и контроль. Методика является довольно жесткой и структурированной при внедрении и использует довольно обширный инструментарий.

В основу метода положен цикл DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve, Control. Процесс применения последовательности DMAIC состоит в выполнении комплекса мер, назначенного для каждого из пяти этапов, по начальным буквам названия. Легко видеть, что это снова просто другие названия для все того же цикла PDCA. Однако в этом варианте иначе расставлены акценты. Здесь этап выполнения (Do) заменен на определение (Define), а после анализа

перед проверкой вставлен этап улучшения. Рассмотрим содержание основных этапов.

1. Define – определение.

Основные задачи данного этапа – определить, кто является потребителем процесса и его требования, какие цели преследует и какие результаты должен принести проект. Для этого этапа используются уже разработанные карты процесса или модели 1-го уровня в нотации IDEF0, на которых можно идентифицировать Поставщиков, Входы, Потребителей и Выходы. Базовые рекомендации для анализа моделей сводятся к следующему:

- простаивающие функции (работы) необходимо ликвидировать или включить в процесс,

- функции, не ведущие к удовлетворению потребителя, также необходимо ликвидировать. Например: исправление неисправностей, которые можно предотвратить, утилизация дефектных продуктов, нерациональные задержки.

Ликвидация подразумевает комбинирование нескольких функций (работ) в одну для предотвращения задержек, а также определение и исправление причин, вызывающих необходимость переделок или утилизации.

Все проблемы вариабельности процесса в конечном итоге сводятся к неспособности удовлетворения потребностей потребителей. Для предотвращения данных проблем необходимо идентифицировать характеристики продукта или процесса и способ их измерения. Характеристики выходов процесса и их важность для потребителя рекомендуется свести в таблицу (табл. 11). Выделение характеристик необходимо для концентрации усилий на наиболее важных мероприятиях и для облегчения создания измерительной шкалы, которая будет использоваться при статистическом анализе. Примерами измерительных шкал могут быть отзывы потребителей, геометрические размеры, вкусовые качества.

Таблица характеристик выходов (пример)

Характеристика выхода	Длительность	Стоимость	Качество
Рейтинг характеристики (1-10)	1	5	10
Фактор, влияющий на характеристику и его рейтинг (1-10)	Фактор (описание)	Фактор (описание)	Фактор (описание)

При создании измерительной шкалы рекомендуется также использование методики Balanced Scorecard (BSC – Карта сбалансированных показателей), проводящей мониторинг эффективности работы компании в нескольких перспективах: «финансы», «потребитель», «процесс», «обучение и рост». Наиболее распространенные показатели методики BSC, реализованные в проектах «6 сигм», представлены ниже (табл. 12).

Перспективы и показатели процесса в методике BSC

<u>Финансы</u> Каковы финансовые задачи процесса? Затраты на изделие Функционально-стоимостной анализ (АВС) Стоимость низкого качества Прибыль от соблюдения	<u>Клиент</u> Какие нужды клиента в этом процессе? Удовлетворенность клиента Своевременное выполнение Качество продукта на выходе Дополнительные преимущества продукта, например, безопасность.
<u>Процесс</u> Какие процессы (в данном случае имеются в виду процессы 2-го и других уровней модели) способствуют удовлетворению потребностей	<u>Обучение и рост</u> Насколько квалифицированным и склонным к инновациям должен быть персонал?

клиента?	Степень использования методики «6 сигм»
Уровень сигма, количество отклонений	Качество обучения
Объем производства	Количество обученного (переченного) персонала
Качество поставок	
Время цикла	

Преимуществом методики BSC является структурированный подход сначала к определению целей, а затем и самой измерительной шкалы, т.е. показателей эффективности достижения поставленной цели.

2. Measure – измерение.

На этом этапе последовательности необходимо определить дефект процесса и вызывающие его причины путем измерения тех факторов, которые оказывают наибольшее влияние на выбранные характеристики. Для выбора данных факторов целесообразно использовать диаграмму Парето, на которой можно идентифицировать те 20% факторов, которые генерируют 80% проблем.

Второй статистический инструмент, используемый на данном этапе, – это контрольные диаграммы. Они позволяют оценить стабильность, следовательно, предсказуемость процесса. Это обуславливается тем, что нестабильные (непредсказуемые) процессы необходимо стабилизировать перед тем, как начинать улучшение. Существуют два источника нестабильности процесса: рядовые (существующие постоянно) и особенные (возникающие внезапно). Контрольная диаграмма и позволяет выявить особенные источники. Механизм простой: определяется среднее значение, затем верхний и нижний контрольные пределы (обычно 3 сигма от среднего). Точки вне этих пределов и будут особенными источниками нестабильности.

Существует несколько типов контрольных диаграмм в зависимости от типа данных и назначения. Осуществить процесс построения контрольной диаграммы можно в Excel или Minitab.

Выше описаны два из так называемых семи простых методов контроля качества. Остальные пять инструментов:

- *Контрольный листок* – инструмент для сбора данных и их автоматического упорядочения для облегчения дальнейшего использования собранной информации.
- *Гистограмма* – инструмент, позволяющий зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определенный (заранее заданный) интервал.
- *Метод стратификации* (расслаивания данных) – инструмент, позволяющий произвести разделение данных на подгруппы по определенному признаку.
- *Диаграмма разброса* (рассеивания) – инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи между парами соответствующих переменных.
- *Диаграмма Исикавы* (причинно-следственная диаграмма) – инструмент, который позволяет выявить наиболее существенные факторы (причины), влияющие на конечный результат (следствие).

3. Analyse – анализ.

Этот этап требует анализа результатов деятельности путем утверждения критериев оценки и исследования причин дефектов. Возможно, например, построение причинно-следственной диаграммы (диаграмма Исикавы). Могут проводиться и другие виды исследований, например, по модели FMEA (Failure Mode and Effects Analysis – анализ дефекта и его причины); применяется при исследовании технологических аспектов процесса.

4. Improve – совершенствование.

Очевидная задача данного этапа – реализация мер, запланированных при анализе причин дефектов.

При решении технологических вопросов необходимо использовать методику проектирования экспериментов (DOE – design of experiments – в Minitab и Excel). Суть данного статистического инструмента – в определении оптимального соотношения факторов для достижения наивысшего качества. Например:

поиск такого соотношения реактивов, температуры и длительности процесса, при котором чистота продукта будет наибольшей.

5. Control – контроль.

На завершающем этапе цикла DMAIC необходимо разработать план контроля улучшения процесса путем повторения статистических исследований, определения и денежной оценки эффективности проведенных мер.

Возможны опрос клиентов и анализ распределения негативных ответов построением контрольной диаграммы.

3.6. Процессный подход

3.6.1. Понятия и определения

Качество продуктов и услуг предприятия определяется качеством порождающих их процессов. Эта идея лежит в основе практически всех систем управления качеством, которые внедряются современными предприятиями для усовершенствования производственных процессов, мониторинга нужд и ожиданий заказчиков, обеспечения конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках, обеспечения прозрачности процессов как для руководства компании, так и для заказчика.

Согласно первой прагматической аксиоме Деминга любую деятельность, в том числе и все виды деятельности, встречающиеся в работе организации, мы должны рассматривать как технологический процесс. В работе организации эти процессы взаимодействуют сложным образом, образуя систему или сеть процессов. К. Исикава впервые предложил рассматривать организацию как систему процессов в начале 80-х годов.

Международные стандарты семейства ИСО 9000 законодательно закрепили такой подход. Они основываются на понимании того, что всякая работа выполняется как процесс.

Каждый процесс, преобразуя некоторый объект труда, имеет вход и выход.

Входом процесса может являться материальная или нематериальная продукция или природное сырье.

Выход процесса – это продукция, материальная и нематериальная, которая является результатом процесса. Выходами процесса могут быть, например, документ, программный продукт, химическое вещество, банковская услуга, медицинское оборудование или промежуточная продукция (полуфабрикат) любой общей категории. В ИСО 9000 выделяется четыре общие категории продукции:

- оборудование (технические средства);
- интеллектуальная продукция (средства), под которой понимается продукт интеллектуальной деятельности, включающий в себя информацию, выраженную через средства поддержки; интеллектуальная продукция может быть как в форме программ для компьютера, так и в форме концепций, протоколов или методик;
- перерабатываемые материалы, под которыми понимается материальная продукция, получаемая путем переработки сырья в заданное состояние; могут представлять собой жидкость, газ, специфические материалы, слитки, прутки или листы; поставляются обычно в барабанах, мешках, цистернах, баллонах, канистрах, по трубопроводам и т.д.;
- услуги.

Процесс, преобразуя объект труда, добавляет его стоимость. Каждый процесс использует определенным образом ресурсы, в том числе трудовые. На входе и выходе процесса, а также в различных фазах процесса могут проводиться измерения. Требования к системам качества в соответствии со стандартами ИСО 9000 могут быть применены ко всем четырем категориям продукции. Пожалуй, важнейшим моментом ИСО 9000 является то, что требования к системам качества по существу одни и те же для всех общих категорий продукции, различаться могут лишь детали административного построения и управления системами и терминология.

По определению, приведенному в ГОСТ Р ИСО 9004-2001 «Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности» «деятель-

ность, использующая ресурсы и управляемая с целью преобразования входов в выходы, может рассматриваться как процесс».

Вводится также понятие *бизнес-процесса (БП)* – «...это совокупность последовательно или/и параллельно выполняемых операций, преобразующая материальный или/и информационный потоки в соответствующие потоки с другими свойствами. Бизнес-процесс протекает в соответствии с управляющими директивами, вырабатываемыми на основе целей деятельности. В ходе БП потребляются финансовые, энергетические, трудовые и материальные ресурсы и выполняются ограничения со стороны других БП и внешней среды» (ГОСТ Р 50.1.031-2001 «Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь»).

Управление процессом включает:

- определение целей и желаемых результатов процесса;
- определение необходимых ресурсов, в том числе трудовых, для выполнения процесса;
- определение методов и средств выполнения процесса;
- управление использованием ресурсов, которые выделены для осуществления данного процесса, включая мотивацию персонала.

Концептуальной основой ИСО 9000 является то, что организация создает, обеспечивает и улучшает качество продукции при помощи сети процессов, которые должны подвергаться анализу и постоянному улучшению. Для обеспечения правильного управления процессами, организации взаимодействия между процессами в сети ИСО 9000 предполагает, что у каждого процесса должен быть «владелец» – лицо, несущее ответственность за данный процесс. Этот «владелец» должен обеспечивать однозначное понимание всеми участниками процесса их ответственности и полномочий, организовывать взаимодействие при решении проблем, охватывающих несколько функциональных подразделений предприятия.

Процессный подход является мощным направлением в области организации и менеджмента как действенный инструмент по созданию ценности для клиента и других заинтересованных сторон.

Организации часто структурированы в иерархию функциональных единиц, обычно управляются вертикально, с ответственностью за предназначенные выходы, разделяемые среди функциональных единиц. Конечный пользователь или другие заинтересованные стороны не всегда видны всем вовлеченным (функциональным единицам), поэтому проблемам, которые случаются на границах интерфейсов (взаимодействий), часто дают меньший приоритет, чем краткосрочным целям функциональных единиц. Это приводит к небольшим улучшениям или их отсутствию для заинтересованных сторон, поскольку действия, как правило, сосредотачиваются на функциях, вместо всесторонней выгоды для организации.

Процессный подход приводит к горизонтальному менеджменту, стирающему границы между различными функциональными единицами и сосредотачивающему их внимание на главных целях организации. Это также улучшает менеджмент интерфейсов (взаимодействий) процессов.

Применение в организации системы процессов наряду с их идентификацией и взаимодействием, а также менеджмент процессов могут считаться *«процессным подходом»*. Преимущество процессного подхода состоит в непрерывности управления, которое он обеспечивает на стыке отдельных процессов в рамках их системы, а также при их комбинации и взаимодействии.

Быстрая интеграция работы разнородных приложений и труда сотрудников из различных департаментов в единый бизнес-процесс позволяет добиться гарантированно повторяемого результата за известный промежуток времени, а это одно из серьезных преимуществ предприятия на быстро меняющемся высококонкурентном рынке.

Для внедрения процессного подхода управления предприятию необходимо:

- определить и описать процессы;

- установить последовательность и взаимодействие этих процессов;
- назначить владельцев процессов;
- определить критерии и методы, необходимые для обеспечения эффективности как работы, так и управления этими процессами;
- обеспечить наличие информации, необходимой для выполнения процессов и их мониторинга;
- проводить оценку, мониторинг и анализ этих процессов, а также выполнять действия, необходимые для достижения запланированных результатов.

Первоочередным требованием являются определение и описание процессов предприятия. Совокупность таких процессов часто называют сетью процессов предприятия.

3.6.2. Анализ процессов

Для анализа любого процесса необходимо:

- оценить данные процесса, полученные в результате мониторинга и измерения. Чтобы определить количественно результаты функционирования процесса, где есть возможность, необходимо использовать статистические методы;
- сравнить результаты измерений функционирования процесса с определенными требованиями процесса, чтобы подтвердить результативность процесса, эффективность и необходимость в выполнении корректирующих действий;
- на основании данных результатов функционирования процесса определить возможности улучшения процесса. (В соответствующих случаях отчитаться перед высшим руководством о результатах функционирования процесса).

Измерение данных важно для принятия решений, основанных на фактах. Высшему руководству следует обеспечивать эффективное измерение, сбор и валидацию данных, чтобы убедиться в результативной работе организации и

удовлетворенности заинтересованных сторон. Эта деятельность включает анализ действенности и цели измерения, а также предполагаемое использование данных для обеспечения добавленной ценности организации.

Показатели процессов организации должны оценивать:

- продукцию организации, ее качество;
- возможности (эффективность) самих процессов;
- степень достижения целей проекта;
- удовлетворенность потребителей и других заинтересованных сторон.

Организации необходимо постоянно осуществлять мониторинг действий по улучшению своей деятельности и регистрировать их реализацию, так как это может обеспечивать данные для будущих улучшений.

Результаты анализа данных, полученных в ходе деятельности по улучшению, служат одним из входов для анализа со стороны руководства с целью обеспечения информации по улучшению деятельности организации.

Анализ данных может помочь установить первопричину существующих потенциальных проблем и, следовательно, способствовать принятию решений по корректирующим и предупреждающим действиям, требующимся для улучшения.

3.6.3. Корректирующие действия и улучшение процесса

Согласно ГОСТ ИСО 9000: «Руководству следует прежде всего постоянно стремиться к улучшению результативности и эффективности процессов организации, а не ожидать появления проблемы, чтобы выявить возможности улучшения. Диапазон улучшений может быть от постепенных постоянно продолжающихся улучшений до стратегических проектов прорыва в сфере улучшений».

Должен быть определен метод для осуществления корректирующих действий таким образом, чтобы устранять коренные причины проблем (ошибки, дефекты, недостаточные меры по управлению производственным процессом).

Необходимо осуществить корректирующие действия и проверить их результативность (цикл Деминга–Шухарта).

Для определения потенциальных проблем могут использоваться инструменты методологии анализа риска. Коренные причины этих потенциальных проблем должны быть определены (идентифицированы) и исправлены, предотвращены их возникновения во всех процессах, оценены риски их возникновения.

После принятия решения о проведении корректирующих действий организации необходимо определить источники информации и собрать информацию для определения корректирующих действий. Определенные корректирующие действия следует направить на устранение причин несоответствий, чтобы избежать повторного возникновения проблем.

Примеры источников информации для рассмотрения корректирующих действий:

- жалобы потребителей;
- отчеты о несоответствиях;
- отчеты о внутренних аудитах;
- выходные данные анализа со стороны руководства;
- выходные данные анализа информации;
- выходные данные измерений удовлетворенности;
- соответствующие записи о системе менеджмента качества;
- работники организации;
- измерения процессов;
- результаты самооценки.

Организации следует определять приоритеты при инвестировании корректирующих действий, исходя из возможных последствий рассматриваемой проблемы.

Следует проводить оценку рисков, чтобы оценивать возможность появления рисков и последствия вероятных отказов или недостатков процессов. Ре-

зультаты необходимо использовать для определения и осуществления предупреждающих действий с целью уменьшения идентифицированных рисков.

Примеры средств оценки рисков:

- анализ характера и последствий отказа;
- анализ дерева отказов;
- диаграммы зависимости;
- методы моделирования;
- прогноз безотказности.

Имеются два основных подхода к проведению постоянного улучшения процессов:

а) проекты прорыва, ведущие или к пересмотру и улучшению существующих процессов, или внедрению новых процессов; как правило, их осуществляют многопрофильные группы вне обычной деятельности (так называемый, реинжиниринг процессов);

б) деятельность по поэтапному постоянному улучшению, проводимая работниками в рамках существующих процессов.

Проекты прорыва обычно содержат перепроектирование существующих процессов и включают:

- определение целей и краткое описание проекта по улучшению;
- анализ существующего процесса («такого, как есть» процесса) и возможностей реализации изменения;
- определение и планирование улучшения процесса;
- внедрение улучшения;
- верификацию и валидацию улучшения процесса;
- оценку достигнутого улучшения, включая извлеченные уроки.

Проекты прорыва управляются результативным и эффективным способом, использующим методы менеджмента проекта. После внесения изменения новый план проекта служит основой постоянного менеджмента процесса.

Работники организации являются лучшими поставщиками идей по постоянному улучшению процессов и часто принимают участие в рабочих группах. Деятельностью по поэтапному постоянному улучшению процессов следует управлять, чтобы понимать ее последствия. Вовлеченных работников организации надо наделить полномочиями, технической поддержкой и необходимыми ресурсами для изменений, связанных с улучшением.

Постоянное улучшение включает в себя:

а) определение причины необходимости улучшения: проблему процесса следует определить, а область для улучшения выбрать, указав на причину работы над ней;

б) оценивание фактической ситуации: нужно оценить результативность и эффективность существующего процесса, собрав и проанализировав данные для выявления типов проблем, которые чаще всего возникают;

в) анализ – следует определить и проверить первопричину проблемы;

г) идентификацию возможных решений – исследуйте альтернативные решения. Необходимо выбрать и внедрить лучшее решение, т.е. такое, которое устранит первопричины проблемы и предотвратит ее повторное возникновение;

д) оценку последствий – следует подтвердить, что проблема и ее первопричины устранены или их воздействия уменьшены, что решение сработало и задача по улучшению выполнена;

е) внедрение и стандартизацию нового решения – необходимо заменить старый процесс на улучшенный, таким образом предотвращая повторное возникновение проблемы и ее первопричин;

ж) оценку результативности и эффективности процесса после завершения действий по улучшению – результативность и эффективность проекта по улучшению следует оценить и рассмотреть применение его решения еще где-нибудь в организации.

Процесс улучшения повторяется применительно к остающимся проблемам, а также разработке целей и принятию решений по дальнейшему улучшению процесса.

Для содействия вовлечению и осведомленности работников о деятельности по улучшению руководству следует рассматривать следующие меры:

- формирование небольших групп с выбором лидеров самими группами;
- разрешение работникам управлять рабочим пространством и улучшать его;
- повышение знаний, накопление опыта и совершенствование навыков работников как части общей деятельности организации по менеджменту качества.

4. РАЗНОВИДНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, АВТОМАТИЗИРУЮЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ ЭТАПЫ ЖЦ

4.1. Общие сведения

Целью применения CALS-технологий как инструмента организации и информационной поддержки всех участников создания, производства и пользования продуктом, является повышение эффективности их деятельности за счет ускорения процессов исследования и разработки продукции, придания изделию новых свойств, сокращения издержек в процессах производства и эксплуатации продукции, повышения уровня сервиса в процессах ее эксплуатации и технического обслуживания. Предметом CALS являются технологии информационной интеграции, то есть совместного использования и обмена информацией об изделии (продукте), среде и процессах, выполняемых в ходе жизненного цикла продукта.

Основой CALS являются использование комплекса единых информационных моделей, стандартизация способов доступа к информации и ее корректной интерпретации, обеспечение безопасности информации, юридические вопросы совместного использования информации (в том числе интеллектуальной собственности), использование на различных этапах ЖЦ автоматизированных программных систем (CAD/CAM/CAE, MRP/ERP, PDM и др.), позволяющих производить и обмениваться информацией в формате CALS. Иногда термин CALS отождествляется с различными АСУ и компьютерными технологиями вообще. CALS в отличие от ИАСУ и АСУП охватывает все стадии ЖЦ (см. рис. 24).

Наведем порядок в терминологической путанице вокруг процесса управления жизненным циклом продукции и CALS-технологий. В связи с отсутствием общепринятых отечественных терминов в соответствующей литературе (термин ИПИ, о котором говорилось ранее, не является широко используемым) используется множество англоязычных аббревиатур, описывающих, как прави-

ло, только часть полного процесса и заимствованных в основном из области информационных технологий.

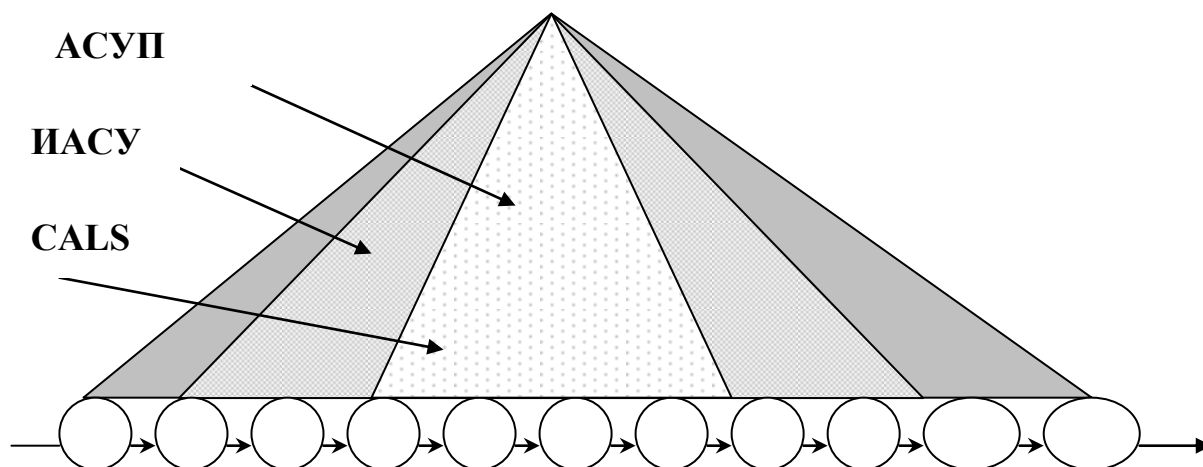


Рис. 24. Соответствие информационных систем стадиям ЖЦИ

Стадии ЖЦИ: 1 – Маркетинг и изучение рынка; 2 – Проектирование и разработка; 3 – Подготовка и разработка производственных процессов; 4 – Материально-техническое снабжение; 5 – Производство; 6 – Контроль, проведение испытаний и обследований; 7 – Упаковка и хранение; 8 – Реализация и распределение; 9 – Монтаж и эксплуатация; 10 – Техническая помощь в обслуживании; 11 – Утилизация после использования

К их числу относятся:

- **CAD-системы** (*computer-aided design* – компьютерная поддержка проектирования) предназначены для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации (более привычно они именуются системами автоматизированного проектирования САПР). Как правило, в современные CAD-системы входят модули моделирования трехмерной объемной конструкции (детали) и оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.).

- **CAM-системы** (*computer-aided manufacturing* – компьютерная поддержка изготовления) предназначены для проектирования обработки изде-

лий на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) и выдачи программ для этих станков (фрезерных, сверлильных, эрозионных, пробивных, токарных, шлифовальных и др.). САМ-системы еще называют системами технологической подготовки производства. В настоящее время они являются практически единственным способом для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства. В САМ-системах используется трехмерная модель детали, созданная в САД-системе.

- **CAE-системы** (*computer-aided engineering* – поддержка инженерных расчетов) представляют собой обширный класс систем, каждая из которых позволяет решать определенную расчетную задачу (группу задач), начиная от расчетов на прочность, анализа и моделирования тепловых процессов до расчетов гидравлических систем и машин, расчетов процессов литья. В САЕ-системах также используется трехмерная модель изделия, созданная в САД-системе. САЕ-системы еще называют системами инженерного анализа.

- **PDM** (*Product Data Management* – управление данными о продукции) относится в основном к этапам проектирования, расчётов и подготовки производства продукции).

- **PDM II** (понятие PDM, расширенное до этапа сопровождения продукции у заказчика).

- **EDM** (*Engineering Data Management* – управление инженерными данными).

- **TDM** (*Technical Data Management* – управление технической документацией).

- **MRP** (*Materials Requirement Planning* – планирование потребностей в материалах);

- **MRP II** (*Manufacturing Resource Planning* – планирование производственных ресурсов);

- **ERP** (*Enterprise Resource Planning* – планирование ресурсов предприятия);

- **CRM (Customer Relationship Management** – управление отношениями с заказчиками);
- **CPM (Corporate Performance Management** – управление эффективностью работы предприятия);
- **SCM (Supply Chain and Logistics Management** – управление цепочкой поставок);
- **TQM (Total Quality Management** – глобальное управление качеством);
- **CAPE (Computer-Aided Process Engineering** – автоматизированная разработка производственных процессов);
- **DMU (digital mock-up** – цифровое макетирование);
- **PM (Project Management** – управления проектами);
- **BPM (Business Process Management** – управление бизнес-процессами);
- **WF (Workflow** – управление потоками заданий).

С начала 2000 гг. в мире (и последние 1–2 года в России) все чаще для обозначения процесса управления жизненным циклом продукции используется термин PLM (Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом продукции). Появляются даже его расширенные толкования (по аналогии с PDM и PDM II) до так называемого «расширенного предприятия», включающего в общее информационное пространство само предприятие, а также его заказчиков, поставщиков и субподрядчиков. Тем не менее, похоже, что именно термин PLM стал фактически стандартным, хотя, по сути, он ничем не лучше (и не хуже) термина CALS.

По крайней мере, все ведущие мировые поставщики PLM-решений: IBM, Dassault Systemes, UGS PLM Solutions, PTC, SAP и др. – однозначно в последние годы пользуются только этим термином. Иногда применительно к специфическим видам продукции, таким как программное обеспечение или информация общего назначения, используют отраслевые эквиваленты этого термина: ALM (Application Lifecycle Management – управление жизненным циклом при-

ложения) и ИЛМ (Information Lifecycle Management – управление жизненным циклом информации).

4.2. Более подробное описание некоторых классов

информационных систем

Необходимость информационной поддержки ЖЦИ ощущалась достаточно давно. Однако автоматизация проводилась «снизу вверх». На вычислительную технику переносилось решение отдельных задач, наиболее трудоемких и сложных для ручного решения. Затем стали появляться решения, автоматизирующие функции, выполняемые на отдельном рабочем месте – АРМы (автоматизированные рабочие места), но все это являлось примерами «лоскутной», или «островной» автоматизации. Единой концепции не возникало. Степень интеграции постепенно увеличивалась, появлялись различные типы информационных систем, автоматизирующие процесс поставок, взаимоотношения с клиентами, процесс управления всеми ресурсами предприятия. Часть названий таких систем была расшифрована в предыдущем разделе. Остановимся более подробно на разновидностях некоторых систем, которые претендуют на названия интегрированных, и рассмотрим, какую часть процесса ЖЦИ такие системы поддерживают.

SCM (Supply Chain Management) – система, или система управления логистическими цепочками, – это система координации бизнес-процессов производства, сбыта, снабжения, складского хозяйства, доставки товаров/услуг клиентам, а также управления этими взаимосвязанными процессами.

CRM (Customer Relationship Management System) – система управления взаимодействием с клиентами – корпоративная информационная система, предназначенная для целей автоматизации CRM-стратегии компании (организации), в частности для улучшения обслуживания клиентов путём сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с клиентами, установле-

ния и улучшения бизнес-процедур на основе сохранённой информации и последующей оценки их эффективности.

Если сравнивать SCM- и CRM- системы, то первые сосредоточены на цепочках поставок деталей и материалов, а CRM- системы – на вопросах взаимоотношений с клиентом.

Система **CRM** – это система, на вход которой поступают данные, связанные с клиентами компании, а на выходе появляется информация, влияющая на поведение компании в целом или на поведение ее отдельных элементов (вплоть до конкретного работника компании).

Другими словами, **CRM**-система – это прежде всего база данных с информацией о клиентах и набор приложений, которые позволяют, во-первых, собирать информацию о клиенте, во-вторых – ее обрабатывать, в третьих – делать определенные выводы на базе этой информации, экспортировать ее в другие приложения или просто при необходимости предоставлять эту информацию в удобном виде. Собственно, эти моменты и являются ключевыми функциями **CRM**-системы. Результатами работы **CRM**-системы могут пользоваться не только сотрудники компании, но и непосредственно сам клиент.

Кроме описанных выше систем, появился целый класс систем, поддерживающих вопросы планирования, – это сначала MRP-системы (Material Requirements Planning – планирование потребности в материалах). Необходимость планирования обусловлена тем, что основная масса задержек в процессе производства связана с запаздыванием поступления отдельных комплектующих, в результате чего, как правило, параллельно с уменьшением эффективности производства на складах возникает избыток материалов, поступивших в срок или ранее намеченного срока. Кроме того, вследствие нарушения баланса поставок комплектующих, возникают дополнительные осложнения с учетом и отслеживанием их состояния в процессе производства, т.е. фактически невозможно было определить, например, к какой партии принадлежит данный составляющий элемент в уже собранном готовом продукте. С целью предотвращения подобных проблем была разработана методология MRP.

Реализация системы, работающей по этой методологии, представляет собой компьютерную систему, позволяющую оптимально регулировать поставки комплектующих в производственный процесс, контролируя запасы на складе и саму технологию производства. Главной задачей MRP является обеспечение гарантии наличия необходимого количества требуемых материалов, комплектующих в любой момент времени в рамках срока планирования, наряду с возможным уменьшением постоянных запасов, а, следовательно, разгрузкой склада. Эта система была создана для эффективного планирования всех ресурсов производственного предприятия, в том числе финансовых и кадровых.

Основные положения MRP:

- производственная деятельность описывается как поток взаимосвязанных заказов;
- при выполнении заказов учитываются ограничения ресурсов;
- обеспечивается минимизация производственных циклов и запасов;
- заказы снабжения и производства формируются на основе заказов реализации и производственных графиков;
- движение заказов увязывается с экономическими показателями;
- выполнение заказа завершается к тому моменту, когда он необходим.

4.2.1. Автоматизация стадии разработки изделия. Системы CAD/CAM/CAE

За почти 30-летний период существования CAD/CAM/CAE-систем сложилась их общепринятая международная классификация:

- Чертежно-ориентированные системы, которые появились первыми в 70-е гг. (и успешно применяются в некоторых случаях до сих пор).
- Системы, позволяющие создавать трехмерную электронную модель объекта, которая дает возможность решения задач его моделирования вплоть до момента изготовления.
- Системы, поддерживающие концепцию полного электронного описания объекта (EPD – Electronic Product Definition).

EPD – это технология, которая обеспечивает разработку и поддержку электронной информационной модели на протяжении всего ЖЦИ, включая маркетинг, концептуальное и рабочее проектирование, технологическую подготовку, производство, эксплуатацию, ремонт и утилизацию. При применении EPD-концепции предполагается замещение компонентно-центрического последовательного проектирования сложного изделия на изделие-центрический процесс, выполняемый проектно-производственными командами, работающими коллективно. Вследствие разработки EPD-концепции и появились основания для превращения автономных CAD-, CAM- и CAE-систем в интегрированные CAD/CAM/CAE-системы.

Традиционно существует также деление CAD/CAM/CAE-систем на системы верхнего, среднего и нижнего уровней. Следует отметить, что это деление является достаточно условным, так как сейчас наблюдается тенденция приближения систем среднего уровня (по различным параметрам) к системам верхнего уровня, а системы нижнего уровня все чаще перестают быть просто двумерными чертежно-ориентированными и становятся трехмерными.

Примерами CAD/CAM-систем верхнего уровня являются Pro/Engineer, Unigraphics, CATIA, EUCLID, I-DEAS (все они имеют расчетную часть CAE).

В настоящее время на рынке широко используются два типа твердотельного геометрического ядра (*Parasolid* от фирмы Unigraphics Solutions и *ACIS* от Spatial Technology). Наиболее известными CAD/CAM-системами среднего уровня на основе ядра ACIS являются: ADEM (Omega Technology); Cimatron (Cimatron Ltd.); Mastercam (CNC Software, Inc.); AutoCAD, Mechanical Desktop и Autodesk Inventor (Autodesk Inc.); Powermill (DELCAM); CADdy++ Mechanical Design (Ziegler Informatics GmbH); семейство продуктов Bravo (Unigraphics Solutions), IronCad (VDS) и др. К числу CAD/CAM-систем среднего уровня на основе ядра Parasolid принадлежат, в частности, MicroStation Modeler (Bentley Systems Inc.); CADKEY 99 (CADKEY Corp.); Pro/Desktop (Parametric Technology Corp.); SolidWorks (SolidWorks Corp.); Anvil Express (MCS Inc.), Solid Edge и Unigraphics Modeling (Unigraphics Solutions); IronCAD (VDS) и др.

CAD-системы нижнего уровня (например, AutCAD LT, Medusa, TrueCAD, КОМПАС, БАЗИС и др.) применяются только при автоматизации чертежных работ.

CAD/CAM/CAE-системы занимают особое положение среди других приложений, поскольку представляют индустриальные технологии, непосредственно направленные в наиболее важные области материального производства. В настоящее время общепризнанным фактом является невозможность изготовления сложной наукоемкой продукции (кораблей, самолетов, танков, различных видов промышленного оборудования и др.) без применения CAD/CAM/CAE-систем. За последние годы CAD/CAM/CAE-системы прошли путь от сравнительно простых чертежных приложений до интегрированных программных комплексов, обеспечивающих единую поддержку всего цикла разработки, начиная от эскизного проектирования и заканчивая технологической подготовкой производства, испытаниями и сопровождением. Современные CAD/CAM/CAE-системы не только дают возможность сократить срок внедрения новых изделий, но и оказывают существенное влияние на технологию производства, позволяя повысить качество и надежность выпускаемой продукции (повышая тем самым ее конкурентоспособность). В частности, путем компьютерного моделирования сложных изделий проектировщик может зафиксировать нестыковку и получить экономию на стоимости изготовления физического прототипа. Даже для такого относительно несложного изделия, как телефон, стоимость прототипа может составлять несколько тысяч долларов, создание модели двигателя обойдется в полмиллиона долларов, а полномасштабный прототип самолета будет стоить уже десятки миллионов долларов.

Например, широко известен проект разработки компанией Shorts Brothers фюзеляжа для самолета бизнес-класса Learjet 45 при помощи современных CAD/CAM/CAE-систем. Результаты выполнения проекта просто впечатляют.

Ранее компания Shorts использовала в проектно-конструкторских работах проволочное моделирование деталей. В создаваемых Shorts Brothers фюзеляжах самолетов обычно насчитывалось до 9500 структурных деталей. Подобные

проекты могли потребовать более 440000 чел/дн (до 4-х лет для завершения проекта).

Фюзеляж Learjet 45 оказался не только наиболее сложным среди существующих, но и был разработан в значительно меньшие сроки (на 40%), чем его предшественники. Кроме того, примерно в 10 раз было улучшено качество деталей и самой сборки фюзеляжа, а общее число деталей сокращено на 60% (при снижении объема основных переделок на 90% по сравнению с предыдущими проектами). В целом, компания Shorts смогла уменьшить число компонентов с 9500 до 3700 (на 60%). Полное время на проектирование и технологическую подготовку производства было сокращено до 125000 чел/дн, общее время разработки и технологической подготовки производства – до 60000 чел/дн, а весь цикл разработки типового фюзеляжа сократился с 4 до 1,5–2 лет.

4.3. Технология управления ресурсами

Забота об управлении ресурсами предприятия, правильным их распределением – одна из главных задач управленческого персонала. Однако в России очень часто понятие ресурсов трактуется слишком однобоко: только деньги, только финансы – и больше ничего. При этом забывают о том, что финансы – это только один из ресурсов, которым нужно управлять на предприятии, а финансовые показатели деятельности всего лишь отражают состояние предприятия, и их улучшения одной постановкой финансового учета не добьешься.

Ресурсы предприятия – это все то, чем оперирует предприятие: люди, машины, материалы, инструменты, и, конечно, деньги, но финансовые показатели всего лишь отражают уровень управляемости ресурсов на предприятии.

Наиболее часто встречаются следующие проблемы:

- Об управлении таким ресурсом, как производственные мощности, не говорит никто – считается, что их избыток. На предприятиях держат избыточное оборудование, недогружая наиболее современное и производя продукцию с большими затратами на старом оборудовании.

- Типичная идеология в управлении снабжением: в начале года снабженцы пытаются составить потребности производства на год и проводят закупочную кампанию, завозя на склады запасы на год вперед.

- Ресурсы, находящиеся в незавершенном производстве, – это значительные деньги. В советские времена среднее время нахождения заказа в состоянии ожидания составляло 95% от времени его выполнения.

Если суммировать все вышесказанное, то вывод напрашивается один – управление ресурсами производства, как правило, осуществляется крайне неэффективно.

4.3.1. Точки зрения на управление

Управление практически любым бизнесом можно разбить на несколько крупных разделов, которые определяют различные точки зрения на процесс управления в зависимости от ресурса, который рассматривается как основной при управлении. Можно определить три таких основных точки зрения:

- финансовая;
- логистическая;
- производственная (технологическая).

Дадим определения. Под *финансовой точкой зрения* будем понимать описание движения денежных потоков, под *логистической* – описание движения материальных потоков. Под *производственной точкой зрения* будем понимать функциональное описание бизнеса, то есть описание последовательности и правил реализации производственных (в широком смысле) функций.

Каждая из вышеперечисленных точек зрения представляет собой некоторый «срез» из реальных процессов, происходящих внутри и вокруг объекта бизнеса. При этом технологическая точка зрения является наиболее сложной (комплексной) и толкуется достаточно широко, в результате чего она может быть распространена на самые различные виды бизнеса, возможно и не связанные напрямую с производством.

Каждая точка зрения имеет под собой серьезную теоретическую платформу и определяет существенную часть деятельности компании. В зависимости от характера деятельности компании доминирующее значение может иметь одна из трех упомянутых точек зрения.

4.3.2. История технологий управления ресурсами

Первым стандартом управления ресурсами, по-видимому, был MPS (master planning scheduling), или объемно-календарное планирование. Идея была проста: формируем план продаж («объем», с разбивкой по календарным периодам, отсюда – объемно-календарное), по нему формируем план пополнения запасов (за счет производства или закупки) и оцениваем финансовые результаты по периодам (в качестве которых используются периоды планирования или финансовые периоды).

Пока производство было мелким и простым, все было относительно неплохо. Потом стали возникать проблемы. Первые проблемы начались с логистики. Действительно, кажется, что просто сформировать заказ, но даже в «лучших домах» (торговых) не удастся полностью избежать проблем с доставкой и ассортиментом. Одной из наиболее сложных проблем, возникших при формировании заказа, была проблема прогнозирования необходимого объема и срока поставки.

Еще более серьезные проблемы стали возникать при усложнении производства и возникновении сложных изделий, количество компонентов (составных частей) в которых измерялось тысячами. При этом сборка производилась на нескольких сборочных конвейерах (соответственно возникло понятие «сборка» или «подсборка», т. е. компонента, деталь или просто какая-то часть конечного продукта, подготовленная на вспомогательном сборочном конвейере для инсталляции в готовый продукт на главном конвейере). Изделия, производимые в ходе такого рода сборочных операций, стали представляться в виде древовидных конструкций, получивших обобщающее название BOM (bill of material). В русском языке нет столь же общего эквивалента, есть проблемно-

зависимые аналоги, такие как «состав изделия», «рецептура», «сборочная спецификация».

В результате описанные выше проблемы управления запасами стали на порядок сложнее, так как кроме «конечных» комплектующих, они стали относиться и к сборкам. При этом требования к точности соблюдения сроков поставки компонент стали на порядок выше, чем ранее для «простых» комплектующих. В результате возникла методология планирования производств (в основном сборочных или «дискретных»), которая была призвана решить проблему формирования заказа на комплектующие и «сборки» (узлы), опираясь на данные (потребности) объемно-календарного плана производства. Она получила название MRP (Material Requirement Planning – планирование потребности в материалах).

4.3.3. Методология MRP

Итак, опишем основные входные элементы MRP-системы:

- **Описание состояния материалов (Inventory Status File)** является основным входным элементом MRP-программы. В нем должна быть отражена максимально полная информация обо всех материалах и комплектующих, необходимых для производства конечного продукта. В этом элементе должен быть указан статус каждого материала, определяющий, имеется ли он на руках, на складе, в текущих заказах или его заказ только планируется, а также описания его запасов, расположения, цены, возможные задержки поставок, реквизиты поставщиков. Информация по всем вышеперечисленным позициям должна быть заложена отдельно по каждому материалу, участвующему в производственном процессе.

- **Программа производства (Master Production Schedule)** представляет собой оптимизированный график распределения времени для производства необходимой партии готовой продукции за планируемый период или диапазон периодов. Сначала создается пробная программа производства, впоследствии тестируемая на выполнимость дополнительно прогоном через CRP-систему

(Capacity Requirements Planning – планирование потребности в производственных мощностях), которая определяет, достаточно ли производственных мощностей для её осуществления. Если производственная программа признана выполнимой, то она автоматически формируется в основную и становится входным элементом MRP-системы. Это необходимо, потому как рамки требований по производственным ресурсам являются прозрачными для MRP-системы, которая формирует на основе производственной программы график возникновения потребностей в материалах. Однако в случае недоступности ряда материалов, или невозможности выполнить план заказов, необходимый для поддержания реализуемой с точки зрения CPR производственной программы, MRP-система в свою очередь указывает о необходимости внести в неё корректировки.

- **Перечень составляющих конечного продукта (Bills of Material File – BOM file)** – это список материалов и их количество, требуемое для производства конечного продукта. Таким образом, каждый конечный продукт имеет свой перечень составляющих. Кроме того, здесь содержится описание структуры конечного продукта, т.е. он содержит в себе полную информацию по технологии его сборки. Чрезвычайно важно поддерживать точность всех записей в этом элементе и соответственно корректировать их всякий раз при внесении изменений в структуру и\или технологию производства конечного продукта.

Напомним, что каждый из вышеуказанных входных элементов представляет собой файл данных, используемый MRP-программой. В настоящий момент MRP-системы реализованы на самых разнообразных аппаратных платформах и включены в качестве модулей в большинство финансово-экономических систем. Перейдем к описанию логических шагов работы MRP-программы. Цикл её работы состоит из следующих основных этапов:

1. планирование выпуска конечного продукта;
2. планирование заказов на комплектующие;
3. вычисление полной потребности;
4. вычисление чистой потребности;

5. поддержание ранее спланированных заказов.

Опишем подробнее эти этапы.

Планирование выпуска конечного продукта.

На данном шаге определяются количество и дата выпуска конечного продукта, необходимые в каждом временном периоде.

Планирование заказов на комплектующие.

На данном шаге комплектующие (составные части), не включенные в производственную программу, но присутствующие в заказах, включаются в планирование как отдельный пункт. Таким образом, для них создается новая потребность в материале.

Вычисление полной потребности в материалах.

Данные производственной программы для комплектующих разбиваются на полные потребности для всех материалов на планируемый временной период в соответствии с перечнем (спецификациями) материалов-составляющих для конечного продукта.

Вычисление чистой потребности в материалах.

На данном шаге полная потребность в материалах переносится на количество материалов в наличии и в заказах для каждого периода в соответствии с описанием состояния материалов. Чистая потребность для каждого материала вычисляется следующим образом:

$$(Чистая\ Потребность) = (Полная\ потребность) - (Материалы\ в\ наличии) - (Страховой\ запас) - (Резервирование\ для\ других\ целей).$$

Если чистая потребность больше нуля, то создается заказ для материала.

Поддержание ранее спланированных заказов.

Заказы, сделанные в периоды, предшествующие планируемому, принимаются во внимание для последующих периодов на каждом шаге процесса производства.

Таким образом, в результате работы MRP-программы производится ряд изменений в имеющихся заказах и при необходимости создаются новые программы для обеспечения оптимальной динамики хода производственного про-

цесса. Эти изменения автоматически модифицируют «Описание состояния материалов», так как создание, отмена или модификация заказа соответственно влияют на статус материала, к которому он относится.

В результате работы MRP-программы создается план заказов на каждый отдельный материал на весь срок планирования, обеспечение выполнения которого необходимо для поддержки программы производства. Основными результатами работы MRP-системы являются:

- *План Заказов (Planned Order Schedule)*. Он определяет, какое количество каждого материала должно быть заказано в каждый рассматриваемый период времени в течение срока планирования. План заказов является руководством для дальнейшей работы с поставщиками и, в частности, определяет производственную программу для внутреннего производства комплектующих при наличии такового.

- *Изменения к плану заказов (Changes in planned orders)* являются модификациями к ранее спланированным заказам. Ряд заказов может быть отменен, изменен или задержан, а также перенесен на другой период.

MRP-система также создает некоторые второстепенные результаты в виде отчётов, основная задача которых в том, чтобы обратить внимание на «узкие места» в течение планируемого периода, т.е. те промежутки времени, когда требуется дополнительный контроль за текущими заказами, а также для того, чтобы вовремя известить о возможных системных ошибках, возникших при работе программы. Итак, MRP-система формирует следующие дополнительные результаты-отчёты:

- **Отчёт об «узких местах» планирования (Exception report)**

Предназначен для того, чтобы заблаговременно проинформировать пользователя о промежутках времени в течение срока планирования, которые требуют особого внимания и в которые может возникнуть необходимость внешнего управленческого вмешательства. Типичными примерами ситуаций, которые должны быть отражены в этом отчёте, могут быть непредвиденно запоздавшие заказы на комплектующие, избытки комплектующих на складах и т.п.

- **Исполнительный отчёт (Performance Report)**

Является основным индикатором правильности работы MRP-системы и имеет целью оповещать пользователя о возникших критических ситуациях в процессе планирования, таких как, например, полное израсходование страховых запасов по отдельным комплектующим, а также обо всех возникающих системных ошибках в процессе работы MRP-программы.

- **Отчёт о прогнозах (Planning Report)**

Представляет собой информацию, используемую для составления прогнозов о возможном будущем изменении объемов и характеристик выпускаемой продукции, полученную в результате анализа текущего хода производственного процесса и отчетов о продажах. Также отчет о прогнозах может использоваться для долгосрочного планирования потребностей в материалах.

Таким образом, использование MRP-системы для планирования производственных потребностей позволяет оптимизировать время поступления каждого материала, тем самым значительно снижая складские издержки и облегчая ведение производственного учета. Однако среди пользователей MRP-программ существует расхождение во мнениях относительно использования страхового запаса для каждого материала.

MRP-методология представляет собой алгоритм оптимального управления заказами на готовую продукцию, процессами производства и запасами сырья и материалов, реализуемый с помощью компьютерной системы. Другими словами, MRP-система позволяет оптимально загружать производственные мощности и при этом закупать именно столько материалов и сырья, сколько необходимо для выполнения текущего плана заказов, и именно столько, сколько возможно обработать за соответствующий цикл производства. Тем самым, планирование текущей потребности в материалах позволяет разгрузить склады как сырья и комплектующих (сырье и комплектующие закупаются ровно в том объеме, который можно обработать за один производственный цикл, и поступают прямо в производственные цеха), так и склады готовой продукции (производство должно идти в строгом соответствии с принятым планом заказов, и

продукция, относящаяся к текущему заказу, должна быть произведена ровно к сроку его исполнения (отгрузки)). Собственно методология MRP является реализацией двух известных принципов: JIT (Just In Time – вовремя заказать) и KanBan (вовремя произвести). Разумеется, идеальная реализация концепции MRP невыполнима в реальной жизни, например, из-за возможного срыва сроков поставок по различным причинам и последующей остановки производства в результате этого. Поэтому в жизненных реализациях MRP-систем на каждый случай предусмотрен заранее определенный страховой запас сырья и комплектующих (safety stock), объем которого определяется компетентным руководством компании.

4.3.4. CRP-методология

Достаточно быстро и вполне естественно аналогичная методология была разработана и для планирования производственных мощностей, получив название CRP (Capacity Requirements Planning – планирование потребности в мощностях, рис. 25). Уровень сложности данной задачи существенно выше, чем MRP,



Рис. 25. Технология CRP

так как станки могут переналаживаться и использоваться для производства различных операций, кроме того, на различных станках операции может выполнять один рабочий. Кроме «машинного времени», существенное значение имеют и «рабочее время», и графики сменности, и перерывы и т.д.

Система планирования производственных мощностей по методологии CRP применяется для проверки пробной программы производства, созданной в соответствии с прогнозами спроса на продукцию, на возможность её осуществ-

ления имеющимися в наличии производственными мощностями. В процессе работы CRP-системы разрабатывается план распределения производственных мощностей для обработки каждого конкретного цикла производства в течение планируемого периода, устанавливается технологический план последовательности производственных процедур и в соответствии с пробной программой производства определяется степень загрузки каждой производственной единицы на срок планирования. Если после цикла работы CRP-модуля программа производства признается реально осуществимой, то она автоматически подтверждается и становится основной для MRP-системы. В противном случае в неё вносятся изменения и она подвергается повторному тестированию с помощью CRP-модуля. В дальнейшем эволюционном развитии систем планирования производства они стали представлять собой интеграцию многих отдельных модулей, которые, взаимодействуя, увеличивали гибкость системы в целом.

4.3.5. Методология MRP II

Объединенная система планирования MRP-CRP получила название MRP II. Индекс II подчеркивает «второй уровень» данной методологии по сравнению с MRP.

Действительно, совместное планирование материальных потоков и производственных мощностей (совмещение двух точек зрения на управление – логистической и технологической) позволяет поднять всю систему планирования на новый уровень. В подобной системе удастся определить финансовые результаты сформированного производственного плана весьма точно, что невозможно при «частичном» планировании (т.е. становится возможным сравнить плановые поступления от продаж с необходимыми для организации производства прямыми затратами). Это важнейшее достижение методологии MRP II, которое и привело к ее «всемирной известности».

Кроме того, в этой методологии внедрена идея воспроизведения замкнутого цикла. Идея заключается во вводе в рассмотрение более широкого спектра факторов при проведении планирования путем введения дополнительных

функций. К базовым функциям планирования производственных мощностей и планирования потребностей в материалах было предложено добавить ряд дополнительных, таких как контроль соответствия количества произведенной продукции количеству использованных в процессе сборки комплектующих, составление регулярных отчетов о задержках заказов, объемах и динамике продаж продукции, поставщиках и т.д. Термин «замкнутый цикл» отражает основную особенность модифицированной системы, заключающуюся в том, что созданные в процессе её работы отчеты анализируются и учитываются на дальнейших этапах планирования, изменяя при необходимости программу производства, а следовательно, и план заказов. Другими словами, дополнительные функции осуществляют *обратную связь* в системе, обеспечивающую гибкость планирования по отношению к внешним факторам, таким как уровень спроса, состояние дел у поставщиков и т.п. Система класса MRP II способна адаптироваться к изменениям внешней ситуации и эмулировать ответ на вопрос «Что, если...?».

MRP II – это набор проверенных на практике разумных принципов, моделей и процедур управления и контроля, служащих повышению показателей экономической деятельности предприятия. MRP II Standart System содержит описание 16 групп функций системы:

1. Sales and Operation Planning (Планирование продаж и производства);
2. Demand Management (Управление спросом);
3. Master Production Scheduling (Составление плана производства);
4. Material Requirement Planning (Планирование материальных потребностей);
5. Bill of Materials (Спецификации продуктов);
6. Inventory Transaction Subsystem (Управление складом);
7. Scheduled Receipts Subsystem (Плановые поставки);
8. Shop Flow Control (Управление на уровне производственного цеха);

9. Capacity Requirement Planning (Планирование производственных мощностей);
10. Input/output control (Контроль входа/выхода);
11. Purchasing (Материально-техническое снабжение);
12. Distribution Resource Planning (Планирование ресурсов распределения);
13. Tooling Planning and Control (Планирование и контроль производственных операций);
14. Financial Planning (Управление финансами);
15. Simulation (Моделирование);
16. Performance Measurement (Оценка результатов деятельности).

Схематично алгоритм работы MRPII-системы можно отобразить следующей диаграммой деятельности, представленной на рис. 3. Диаграмма деятельности является одной из стандартных диаграмм языка UML. В данном случае она выполнена средствами Rational Rose.

В основу MRP II положена иерархия планов. Планы нижних уровней зависят от планов более высоких уровней, т.е. план высшего уровня предоставляет входные данные, намечаемые показатели и/или какие-то ограничительные рамки для планов низшего уровня. Кроме того, эти планы связаны между собой таким образом, что результаты планов нижнего уровня оказывают обратное воздействие на планы высшего уровня.

4.3.6. ERP-методология

В последние годы системы планирования класса MRPII (рис.26) в интеграции с модулем финансового планирования FRP (Finance Requirements Planning) получили название систем бизнес-планирования ERP (Enterprise Requirements Planning), которые позволяют наиболее эффективно планировать всю коммерческую деятельность современного предприятия, в том числе финансовые затраты на проекты обновления оборудования и инвестиции в производство новой линейки изделий. Термин ERP был введен независимой исследо-

вательской компанией Gartner Group в начале 90-х гг. ERP-системы предназначены не только для производственных предприятий, они также эффективно позволяют автоматизировать деятельность компаний предоставляющих услуги.

ERP-система ориентирована уже на работу с сетью удаленных производственных и непроизводственных объектов. Обладая всеми перечисленными в MRPII возможностями, ERP-системы включают еще и механизм планирования потребностей при распределенных запасах (DRP-I/DRP-II — Distribution Requirements Planning), позволяющий определить потребность в пополнении запасов в случае территориально распределенных автономных складов.

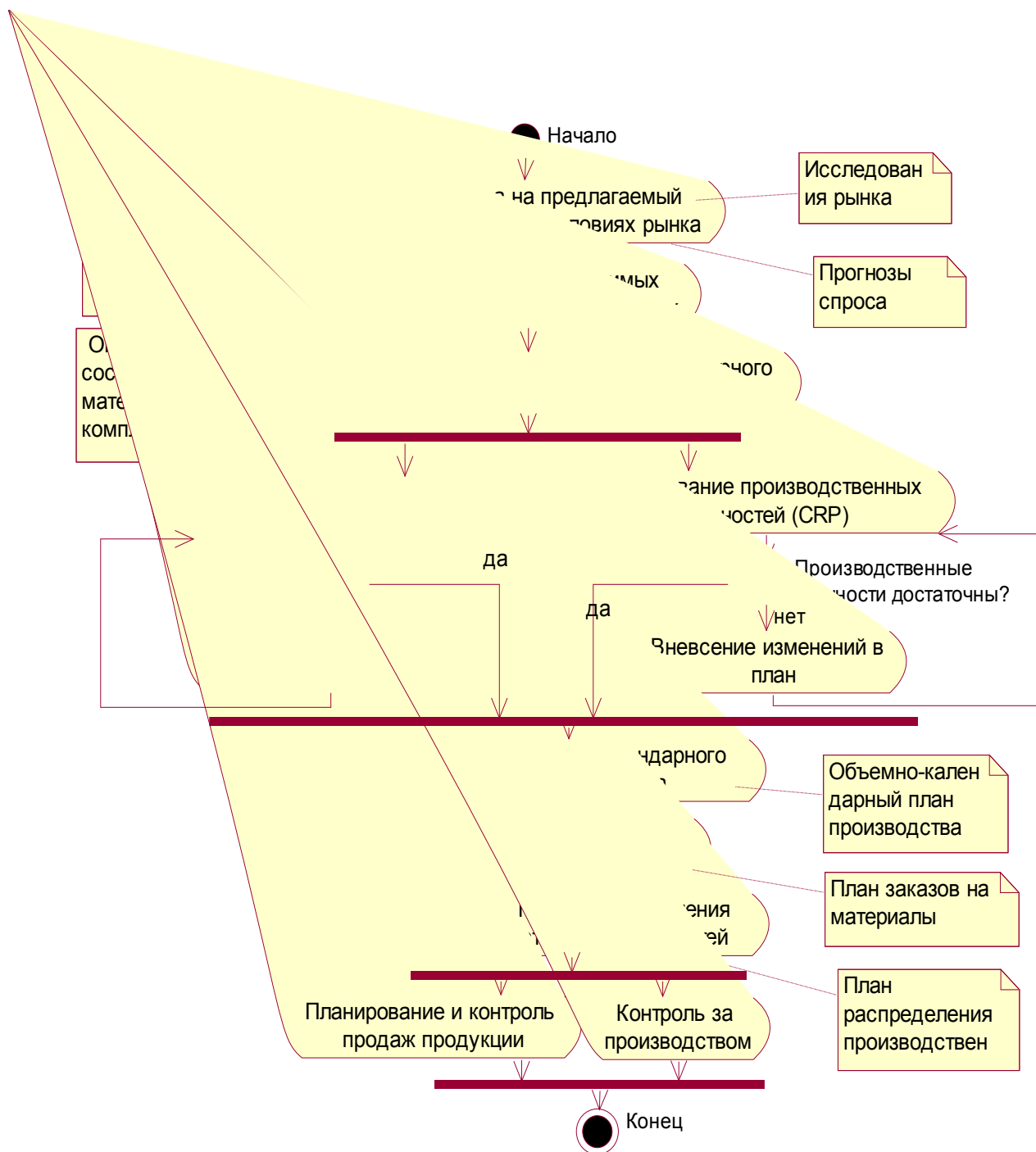


Рис. 26. Упрощенный алгоритм работы MRP II – системы

В основе ERP-систем лежит принцип создания единого хранилища данных, содержащего всю корпоративную бизнес-информацию и обеспечивающего одновременный доступ к ней любого необходимого количества сотрудников предприятия, наделённых соответствующими полномочиями. Изменение данных производится через функции (функциональные возможности) системы.

Поскольку основой ERP-системы является находящаяся внутри неё MRP-II-система, то естественно, что функции и одной, и другой во многом схожи. Основными же отличиями ERP систем от MRP-II систем можно считать:

- большее количество типов производств и видов деятельности предприятий и организаций;
- планирование ресурсов по различным направлениям деятельности;
- возможность управления группой автономно работающих предприятий корпоративными структурами;
- большее внимание подсистемам финансового планирования и управления;
- наличие функций управления транснациональными корпорациями, включая поддержку нескольких часовых поясов, языков, валют, систем бухгалтерского учета;
- большее внимание созданию информационной инфраструктуры предприятия, гибкости, надежности, совместимости с различными программными платформами;
- интегрируемость с приложениями и другими системами, используемыми предприятием, такими как системы автоматизированного проектирования, автоматизации управления технологическими процессами, электронного документооборота, электронной коммерции;
- наличие в системе (интеграция) с программными средствами поддержки принятия решений;
- наличие развитых средств настройки и конфигурирования аппаратных и программных средств.

4.4. Современное положение дел в области систем управления ресурсами

Современные системы условно можно разделить на два типа: западные системы управления, реализующие принципы ERP-технологии (основа – пла-

нирование производства), и программные комплексы отечественных разработчиков. Последние также часто называют финансово-учетными системами, потому что главное их назначение – учет материальных и финансовых ценностей. Интересен тот факт, что, как показывают тенденции развития отрасли, намечается постепенное размывание границ между этими двумя структурами за счет увеличения функциональных возможностей российских систем. Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что с помощью таких программных комплексов автоматизация деятельности конкретного предприятия будет выполнена наилучшим образом.

Выбор системы управления зависит от специфики автоматизируемой организации. Имеется огромное количество методов классификации предприятий, но наиболее часто встречается кластеризация экономических субъектов по масштабу и виду деятельности, причем согласно последнему критерию предприятие обычно определяется как производственное или непроизводственное. В случае непроизводственного предприятия проблемы выбора не существует: основные преимущества ERP-систем при отсутствии производства оказываются невостребованными, все остальные функции хорошо выполняют отечественные системы, а соотношение цен говорит само за себя (стоимость российских комплексов на порядок меньше). Казалось бы, западные системы управления должны с успехом применяться на производственных предприятиях, но при ближайшем рассмотрении выясняется, что большинство наших производителей используют финансово-учетные системы. Почему так происходит, в чем причины такого странного поведения рынка? Постараемся ответить на этот вопрос.

4.4.1. Иностранные ERP-системы на российском рынке

На российском рынке ERP-систем присутствует множество поставщиков как иностранных, так и отечественных. По оценкам экспертов, львиную долю

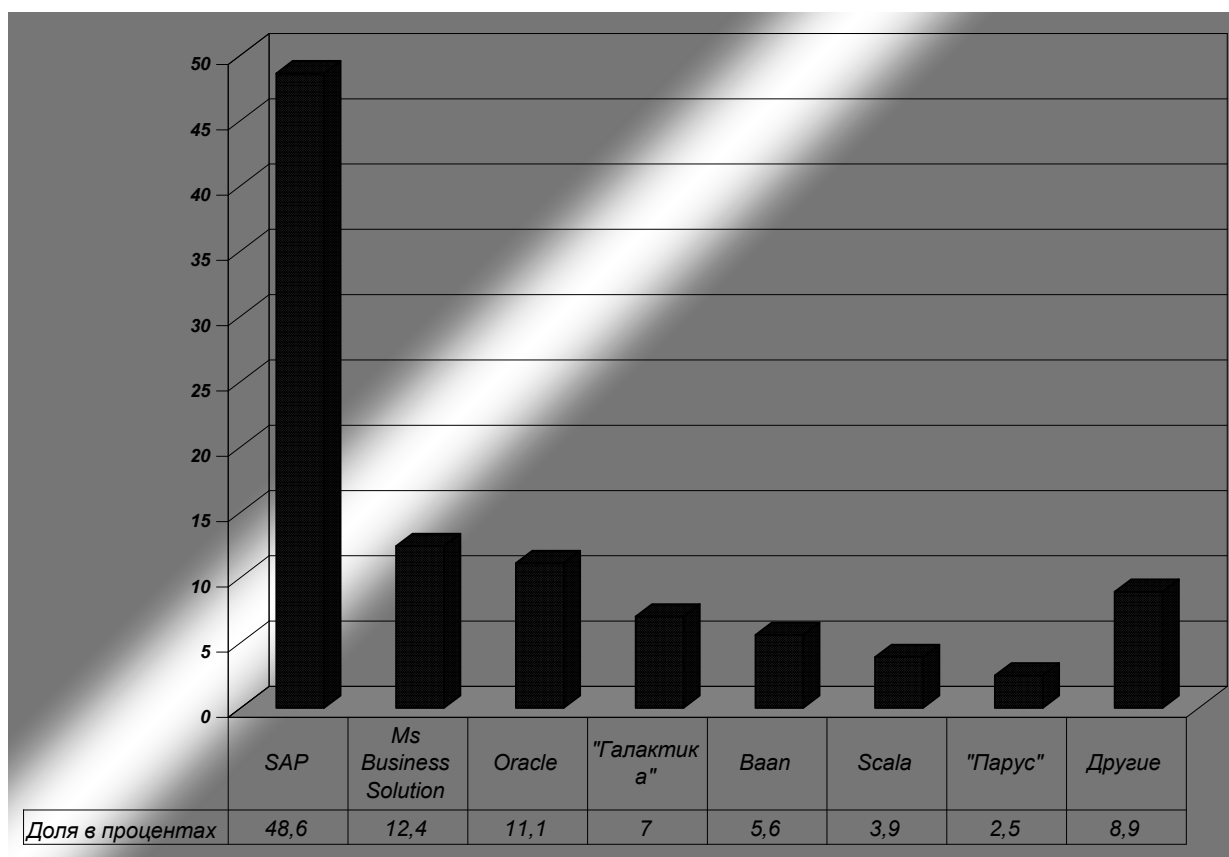


Рис. 27. Распределение производителей ERP-систем

отечественного рынка (свыше 48%) занимает немецкий SAP AG, следом за ним идут продукты Microsoft Business Solution с долей около 13%, а замыкает тройку лидеров компания Oracle, занимающая чуть больше 11% российского рынка ERP-систем. Столь значительный отрыв SAP можно отчасти объяснить тем, что немецкий концерн первым вышел на российский рынок, открыв свое представительство еще в 1992 году. Доли ведущих поставщиков ERP-систем в России представлены на рис. 27.

К плюсам SAP R/3 можно отнести модульность систем, большую функциональную гибкость, наличие интегрированных систем производства и системы проектов. Кроме того, большое преимущество решению дает наличие модулей инвестиционного и финансового менеджмента. К минусам относятся сложная документация, высокие требования к аппаратной части, значительная стои-

мость техподдержки. Сравнение ERP-систем иностранных производителей приведено в табл.13.

Таблица 13

**Основные иностранные ERP-системы, представленные
на российском рынке**

Решение	Производитель	Сфера применения	Срок внедрения	Стоимость внедрения	Примеры внедрений в России
SAP R/3	SAP AG (Германия)	Оборонные предприятия, компании нефтегазового комплекса, металлургия, энергетика телекоммуникации, банковский сектор.	1 – 5 лет и более	Лицензия на 50 рабочих мест стоит около \$350 тыс. Стоимость внедрения может в несколько раз превышать стоимость решения	Омский НПЗ, Ярославский НПЗ, группа «Мечел», ТНК-ВР, «Белгородэнерго», «Сургутнефтегаз», «ЕвразХолдинг» и др.
Oracle Applications	Oracle (США)	Тяжелая промышленность (преимущественно металлургия), телекоммуникационные компании, финансовый сектор, химическая промышленность	1 – 5 лет и более	Стоимость решения на одно рабочее место составляет около \$5 тыс. Полная стоимость существенно зависит от требуемой функциональности и сложности внедрения	«Объединенная металлургическая компания», Магнитогорский металлургический комбинат, Западно-Сибирский металлургический комбинат, «Генезис», Северо-Западный Телеком", «ВымпелКом», «ЕвроХим», «Связьинвест», РАО ЕЭС и др.
IFS Application	IFS (Швеция)	Предприятия машиностроительного комплекса, энергетика, пищевая промышленность, фармацевтика, кабельная промышленность	0,8 – 3 года и более	Полная стоимость внедрения может достигать \$250 тыс. и более. Также существенно зависит от требуемой функциональности	АЗР Автомобиль, Алдарис, Бурейская ГЭС, Импэксбанк, Oriflame, Подольсккабель, Энсто Электро, ЭЗАН, Новокузнецкий водоканал, «Русский алюминий»
Baan ERP	SSA Global (США)	Химическая промышленность, автомобилестроение, фармацевтика, пищевая про-	6 мес – 1,5 года и более	Стоимость одного рабочего места – \$3 тыс. Соотношение цены решения и расходов на вне-	«Ангарский электролизный химический комбинат», «Курский кондитер», «Ижевский электромеханиче-

		мышленность		дрение 1:1 –1:3	ский завод», «Северсталь», «Нижфарм»(Baan IV), «УралАЗ», «КамАЗ-Дизель» и др.
iRenaissance	Ross Systems (США)	Пищевая промышленность, химические компании, металлургическая промышленность нефтеперерабатывающие, целлюлозно-бумажные, фармацевтические предприятия	4 мес. – 1,3 года и более	Стоимость внедрения в среднем \$200 тыс.	Московский шинный завод, Ярославский шинный завод, «Берлин-Фарма», Липецкий хладокомбинат, ЦМК «Трейдинг», Тюменская нефтяная компания, «Маркохим» и др.
MBS Axapta, Navision	Microsoft (США)	Предприятия нефтяной отрасли, пищевой промышленности, торговые компании, металлургия, дистрибуция, телекоммуникационная отрасль	6 мес. – 2 года и более	В среднем стоимость решения на одно рабочее место - \$3,5 тыс. Стоимость внедрения составляет 100 –250% стоимости решения	Останкинский молочный комбинат, МВО, «Юнимилк», РУССО, «Интерспорт», «Ростелеком», «Краски ТЕКС», ПНТЗ, Московский завод «Кристалл», книжная сеть «Буквоед», «Феликс», «Промет», аэропорт «Кольцово» и др.
iScala	Epicor (США)	Машиностроение, телекоммуникационная отрасль, пищевая промышленность	3 мес. – 1,5 года и более	Средняя стоимость iScala 2.1 составляет \$2–5 тыс. за одно рабочее место	«Электроизделия», «Соник Дуо», Луцкий подшипниковый завод, ТЕТРА РАК-Кубань, Производственно-строительная фирма Норд, Новошип, фабрика «Большевик», Челябинский электрометаллургический комбинат, Московская Сотовая связь.
MFG/PRO	QAD (США)	Автомобильная, авиационная, электронная, электротехническая, химическая,	3 мес. – 1,5 года и более	Стоимость лицензии на одно рабочее место \$2-5 тыс. в зависимости от конфигурации.	«Кока-Кола» (Москва), НПК «БЫСТРОВ», «Видеофон», «Электромеханика», «Gillette» (Санкт-Петербург),

		фармацевтическая и пищевая промышленность		Внедрение об- ходится в 100–200% этой суммы	Kraft Foods (Санкт-Петербург), Пивоваренный завод «Браво»
J.D.Edwards OneWorld	J.D.Edwards (США)	Горнодобывающая промышленность, строительные организации, торговые компании, нефтегазовый сектор	7 мес. – 1,5 года и более	Стоимость рабочего места OneWorld варьируется от \$400 до \$4000	Торговый Дом ГУМ, завод Caterpillar (Тосно), холдинг «Рамзай», «Лаверна» и др.
SyteLine ERP	MAPICS (США)	Производители измерительного и электрооборудования, деревообработка, полиграфия, машиностроение	6 – 9 месяцев и более	Стоимость лицензии на одно рабочее место \$2-4 тыс. Примерно во столько же обойдется внедрение	Воронежская кондитерская фабрика, «Компрессорный комплекс», «Иркутскабель», Полиграфический комплекс «Пушкинская площадь», группа «Метран»

4.4.2. Российские разработки ERP

Строго говоря, относить российские разработки систем управления предприятием к классу ERP-систем не совсем корректно, скорее они отвечают концепции MRP. В то же время строгого определения ERP-системы (термин был введен компанией Gartner в начале 90-х гг. прошлого века), а тем более какого-либо документа, регламентирующего требования к ERP-решению, не существует.

Система управления ресурсами предприятия призвана автоматизировать большинство процессов на предприятии: управление производством, финансами, поставками, затратами и т.п. Теми или иными возможностями обладают как иностранные, так и российские разработки, разница лишь в обеспечиваемой функциональности. В связи с этим вполне можно отнести ряд отечественных решений к классу ERP-систем.

Тем не менее крупных и действительно хорошо зарекомендовавших себя отечественных разработок немного. Среди множества игроков можно отметить корпорации «Галактика» и «Парус» с одноименными продуктами, а также «1С: Предприятие 8.0. Управление производственным предприятием». К более мел-

ким относятся решения «Эталон» (компания «Цефей»), БОСС («Ай-Ти»), Флагман («Инфософт») и др.

Корпорация «Галактика» имеет весьма сильные позиции в российской промышленности, занимая четвертое место на рынке с долей в 7%. Она имеет множество внедрений различного масштаба. Впрочем, стоимость решения постепенно приближается к стоимости аналогичных западных продуктов. К плюсам «Галактики» можно отнести достаточно глубокую интегрированность и четкую поддержку законодательной базы, а также легкую настройку печатных форм. Недостатки системы – сложность дополнительных разработок и наличие своего собственного языка программирования, существенно отстающего от современных.

Решение корпорации «Парус» во многом похоже на «Галактику», но имеет меньшую функциональность, равно как и стоимость лицензий. К плюсам системы «Парус» можно отнести низкие технические требования к локальной сети предприятия. Корпорация имеет достаточно большое количество проектов на промышленных предприятиях России. Сильны позиции корпорации в бюджетных организациях и энергетических компаниях. Сравнение ERP-систем российских производителей приведено в табл.14.

ERP-системы российского производства

Решение	Производитель	Сфера применения	Срок внедрения	Стоимость внедрения	Примеры внедрений в России
«Галактика»	«Галактика»	Нефтегазовая отрасль, энергетика, металлургия, предприятия ВПК, пищевая промышленность	4 мес. – 1,5 года и более	В среднем лицензия обходится в \$2 тыс. за одно рабочее место. Стоимость внедрения составляет около 100% этой суммы	«Русский продукт», «Металлист – Пермские моторы», «Запсибгазпром», Красноармейский машиностроительный завод, Балтийская трубопроводная система
«Парус»	«Парус»	Машиностроение, нефтегазовые компании, предприятия энергетической отрасли	4 мес. – 1 год и более	Стоимость лицензии на одно раб. место \$1–2 тыс. Стоимость внедрения 100–200% цены решения	«Пензаэнерго», «НАСТА», «Татойл-Сервис», «Сибирский берег», Рязанский нефтеперерабатывающий завод и др.
«1С: Предприятие» Управление производственным предприятием»	«1С»	Машиностроение, пищевая промышленность и др.	3–9 мес. и более	Лицензия на одно рабочее место \$150–600. Стоимость внедрения на одно рабочее место \$200–1000	«Торжокский вагоностроительный завод», «Цветлит», «Плитпром», «Карельский окатыш», «Остров», «НИИЭФА-ЭНЕРГО» и др.

Тем не менее отечественные решения являются в первую очередь учетными системами, регистрирующими осуществленные операции, возможности планирования в них представлены слабо. Существенным плюсом российских разработок является относительно невысокая стоимость.

4.4.3. Стандарты ERP и CSRP

В последнее десятилетие успешно развивались Интернет-технологии, позволяющие предприятиям через информационную сеть обмениваться данными и документами с покупателями и контрагентами. Новые функции работы с Интернет, появившиеся в интегрированных системах управления, уже выходят за

традиционные рамки ERP, замкнутой внутри производственного цикла предприятия. Сочетание традиционной ERP-системы предприятия с Интернет-решениями для электронного бизнеса привели к созданию новой организационной и управленческой среды и нового качества системы. Результатом этого явилась концепция систем нового поколения – ERP II – Enterprise Resource and Relationship Processing – управление ресурсами и внешними отношениями предприятия, имеющих как бы два контура управления: традиционный внутренний, управляющий внутренними бизнес-процессами предприятия, и внешний – управляющий взаимодействиями с контрагентами и покупателями продукции. При этом традиционный внутренний контур управления принято называть back-office – внутренняя система, а функции взаимодействия с контрагентами и заказчиками – front-office – внешняя система. Таким образом, ERP II-система – это методологии ERP-системы с возможностью более тесного взаимодействия предприятия с клиентами и контрагентами посредством информационных каналов, предоставляемых Интернет-технологиями.

Последним словом в развитии систем управления предприятием является стандарт CSRP (Customer Synchronized Resource Planning) – планирование ресурсов во взаимодействии с покупателем. Его отличает направленность на потребителя: если раньше построение системы было связано с необходимостью оптимизации внутренних процессов компании, то теперь эта проблема решена и на первый план выходит структуризация процессов взаимосвязей с внешними субъектами. Подобные системы имеют такие функциональные блоки, как CRM (Customer Relationship Management) – управление взаимодействием с покупателями; SCM (Supply Chain Management) – управление цепочками поставок, логистика; BI (Business Intelligence) – поддержка принятия решений и KM (Knowledge Management) – управление знаниями.

В системах CSRP планирование ресурсов происходит в зависимости от потребностей рынка. Процесс управления предприятием включает маркетинг отношений (CRM), что дает возможность интегрировать взаимоотношения «потребитель-предприятие» во внутренние бизнес-процессы предприятия. Плани-

рование деятельности предприятия начинается не с анализа возможностей предприятия производить товары или услуги, а с изучения потребностей рынка в них. Иными словами, этапы производственной деятельности (проектирование будущего изделия, гарантийное и сервисное обслуживание) должны планироваться с учетом специфических требований заказчика.

5. CALS-СТАНДАРТЫ

Для развития методологии CALS в США были созданы Управляющая промышленная группа по вопросам CALS (ISG) и ее исполнительный консультативный комитет. В настоящий момент в мире действует более 25 национальных организаций (комитетов или советов по развитию CALS), в том числе в США, Японии, Канаде, Великобритании, Германии, Швеции, Норвегии, Австралии и других странах, а также в НАТО.

Основные усилия этих и подобных организаций были направлены на создание разного уровня нормативной документации. За последние несколько лет разработаны следующие документы:

- ISO 10303 – Industrial automation systems and integration. Product data representation and exchange (представление данных и обмен данными об изделии);
- ISO 13584 – Part Library (библиотека деталей);
- Def Stan 00-60 -Integrated Logistic Support (интегрированная логистическая поддержка изделия);
- MIL-STD-2549 – Configuration Management. Data Interface (управление конфигурацией. Информационный интерфейс);
- MIL-HDBK-61 – Configuration Management. Guidance (управление конфигурацией, руководство);
- AECMA Specification 2000M – International Specification for Materiel Management Integrated Data Processing for Military Equipment (международная спецификация интегрированной обработки данных об управлении материалами для военного оборудования);
- AECMA Specification 1000D – International Specification for Technical Data Publications, Utilising a Common Source Data Base (международная спецификация для публикации технических данных. Использование баз данных).

Стандарты, разработанные ISO (International Organization for Standardization – Международная организация по стандартизации) для CALS-

технологий, можно разбить на три группы: представление информации о продукте, представление текстовой и графической информации и общего назначения.

К первой группе относятся: ISO/IEC 10303 Standard for the Exchange of Product Model Data (STEP) и ISO 13584 Industrial Automation - Parts Library.

Во вторую группу входят:

- ISO 8879 Information Processing – Text and Office System – Standard Generalised Markup Language (SGML) (обработка информации – текстовые и офисные системы - стандартный язык разметки данных);
- ISO/IEC 10179 Document Style Semantics and Specification Language (DSSSL) (семантика стиля документов и язык спецификаций);
- ISO/IEC IS 10744 Information Technology – Hypermedia/Time Based Document Structuring Language (HyTime) (ИТ – язык структурирования документов, основанный на гипермедиа/время) ;
- ISO/IEC 8632 Information Processing Systems – Computer Graphics – Metafile (системы обработки информации- компьютерная графика – метафайл);
- ISO/IEC 10918 Coding of Digital Continuous Tone Still Picture Images (JPEG);
- ISO 11172 MPEG2 Motion Picture Experts Group (MPEG) – Coding of Motion Pictures and associated Audio for Digital Storage Media (кодирование движущихся картин и связанных звуковых эффектов для цифровых медиа накопителей);
- ISO/IECS 13522 Information Technology – Coding of Multimedia and Hypermedia Information (MHEG) (кодирование мультимедиа и гипермедиа информации).

Третья группа:

- ISO 11179 Information Technology – Basic Data Element Attributes (ИТ - основные характеристики элементов данных);
- ISO 3166 Information Processing – Country Name Representations (обработка информации – представление названий стран);

- ISO 31 Information Processing Representation – Quantities and Units (представление обработки информации – количественные меры и узлы);
- ISO 4217 Information Processing – Currencies and Funds (обработка информации – валюта и фонды) ;
- ISO 639 Information Processing – Coded Representation of Names of Languages (обработка информации – кодированное представление названий языков);
- ISO 8601 Information Processing – Date/Time Representations (обработка информации – представление даты и времени).

Кроме международных стандартов, разработанных ISO, стандарты CALS широко представлены стандартами с индексами MIL и FIPS, которые лишний раз подчеркивают приоритетность разработки технологии CALS Соединенными Штатами и их военным ведомством изначально (самая многочисленная группа стандартов CALS имеет индекс MIL – стандартный индекс для документов, разработанных в МО США). Аббревиатура FIPS означает федеральный стандарт обработки информации (Federal Information Processing Standard).

Стандарты CALS военного ведомства США, имеющие индекс MIL, также можно разбить на три группы: общих принципов электронного обмена и управления данными; представления текстовой и графической информации; электронных технических руководств.

Стандарты FIPS не так многочисленны, как ISO и MIL, и делятся всего на две группы: описания процессов и безопасности информации.

Стандартов достаточное количество. По функциональному принципу их можно подразделить на три группы:

- функциональные стандарты, определяющие процессы и методы формализации;
- информационные стандарты по описанию данных о продуктах, процессах и средах;

- стандарты технического обмена, контролирующие носители информации и процессы обмена данными между передающими и принимающими системами.

Перечень основных стандартов приведен в табл. 14.

Таблица 14

Стандарты и информационные модели ЖЦ

Информационные модели		Стандарт представления информации	Содержание стандарта
Модель ЖЦ продукта и выполняемых в его ходе бизнес-процессов		<u>IDEF</u> – Integrated definition	Функциональное моделирование ЖЦ и выполняемых бизнес-процессов
		<u>ISO 10303 AP208</u>	
Модель продукта	Конструкторская	<u>ISO 10303 (STEP)</u>	Структура, конфигурация, геометрия изделия
	Производственная	<u>ISO 13584 (PLIB)</u>	Формат данных о библиотеках деталей у поставщиков
		<u>MIL-STD-1388-1/2</u> Logistic Support Analysis (LSA) Record	Формат данных о процессах материально-технического снабжения
	Эксплуатационная	<u>MIL-M-87268</u> Manuals Interactive Electronic Technical General Content, Style, Format and User-Interaction Requirements (IETM)	Требования к электронным руководствам: содержание, стиль, формат, интерфейс с пользователем
	Эксплуатационная	<u>MIL-D-87269</u> Data Base Revisable Interactive Electronic Technical Manuals	Требования к оформлению баз данных и электронных справочников по изделиям
		<u>ISO 8879 (SGML)</u> – Standard Generalized Markup Language	Способ представления информации в текстово-графических документах
		<u>MIL-PRF-28001C</u> Markup Requirements and Generic Style Specification for Electronic Printed Output and Exchange of Text	Требования к оформлению электронных документов (рекомендации по применению SGML для электронных документов)
		<u>MIL-PRF-28002C</u> Requirements for Raster Graphics Representations	Требования к оформлению растровых изображений в двоичном формате в электронной

		in Binary Format	документации
		<u>MIL-PRF-28003</u> Color Graphics Metafile (CGM)	Требования к представлению иллюстраций для технической документации в электронном виде
		ISO 10744 Hytime Hypermedia/Time Based Structuring Language	Требования к мультимедийной информации в электронных документах
	Модель среды	ISO 15531 (MANDATE)	Форма представления и методы использования информации о производстве и используемых производственных ресурсах, их характеристиках и ограничениях с точки зрения управления производством

Госстандарт РФ готовит набор ГОСТов, отражающих, в частности, требования CALS-ориентированных стандартов серии ISO 10303 (ГОСТы Р ИСО 10303-XX–XXXX: Системы автоматизации производства и их интеграция; представление данных об изделии и обмен этими данными). Однако внедрение CALS-подхода в России имеет специфические сложности:

- часто для использования CALS-решений требуется предварительное проведение реинжиниринга бизнес-процессов;
- невысок уровень компьютеризации предприятий;
- отсутствует нормативная база;
- не хватает специалистов;
- нет рынка CALS-продуктов и услуг;
- нет денег на внедрение CALS-технологий.

Понятно, что первоочередной задачей для развития CALS-технологий в России является создание соответствующей нормативной базы.

Все работы по стандартизации в Российской Федерации выполняются под эгидой федеральных органов исполнительной власти России, как правило, через научно-исследовательские институты по стандартизации. Рабочим органом по стандартизации в области CALS -технологий, обеспечивающим их эффек-

тивность на национальном и международном уровнях, гармонизацию российских стандартов с международными, региональными и зарубежными стандартами и их согласование с заинтересованными организациями, является Технический комитет 459 (ТК 459) по стандартизации «Информационная поддержка жизненного цикла изделий», созданный в 2004 г. приказом Госстандарта России. В рамках ТК действуют 5 подкомитетов и три рабочие группы, организованные с целью специализации по видам продукции.

К настоящему времени приняты следующие стандарты серии «Системы автоматизации производства и их интеграция»:

- ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. Методы описания. Общий обзор и основополагающие принципы;
- ГОСТ Р ИСО 10303-21-99. Представление и обмен данными об изделии. Методы реализации. Текстовый обменный файл;
- ГОСТ Р ИСО 10303-41-99. Представление и обмен данными об изделии. Интегрированные родовые ресурсы. Принципы описания продукта.

5.1. Стандарт ISO 10303 (STEP)

5.1.1. Структура стандарта

ISO 10303 (STEP – Standard for the Exchange of Product Model Data) – это международный стандарт для компьютерного представления и обмена данными о продукте (изделии). Цель стандарта – дать нейтральный механизм описания данных о продукте на всех стадиях его ЖЦ, не зависящий от конкретной системы. Природа такого описания делает его подходящим не только для нейтрального файла обмена, но и в качестве базиса для реализации и распространения баз данных о продукте, а также для архивирования.

В соответствии с названием STEP определяет «нейтральный» формат представления данных об изделии в виде информационной модели. Для обеспечения возможности единообразного описания изделий в различных прикладных областях предполагается, что информационные модели (в терминах стан-

дарта «прикладные протоколы») создаются на базе типовых блоков («интегрированных ресурсов»), причем для описания схем данных используется специально введенный язык EXPRESS.

Язык EXPRESS является одним из разделов стандарта ISO 10303 STEP и описан в 11 томе стандарта ISO 10303. Он регламентирует черчение (прямое и ассоциативное), проектирование конструкций, инженерный анализ, технологическую подготовку, производство, тестирование данных и обмен ими (в том числе с IDEF-моделями) в специальном текстовом формате, который обеспечивает безопасность и надежность передачи информации партнерам.

Стандарт ISO 10303 включает в себя 8 разделов, тесно связанных друг с другом, каждый из которых в свою очередь состоит из томов. Перечень разделов включает в себя:

- методы описания (язык EXPRESS);
- стандартные решения (способы применения);
- структура и методология проверки на совместимость;
- общие интегрированные ресурсы;
- прикладные интегрированные ресурсы;
- прикладные протоколы (в различных отраслях);
- набор абстрактных тестов (абстрактные примеры);
- элементы для конкретных приложений.

Каждый том документации по ISO 10303 начинается с одной и той же преамбулы, определяющей назначение и структуру ISO 10303, а именно: «ISO 10303 – международный стандарт для компьютерного представления и обмена данными о продукте». Приведенное определение ISO 10303 нуждается в комментариях.

Под продуктом не обязательно понимать материальный продукт производства, продуктом считается результат любого процесса, в частности разработки технологического плана.

Утверждать, что ISO 10303 является стандартом обмена данными о продукте, можно лишь при расширенной трактовке STEP (ISO 10303) как стандарта, включающего в себя стандарты PLIB и MANDATE.

С технологической точки зрения это так и есть, поскольку PLIB и MANDATE строятся на базе стандарта STEP, заимствуя из него методы описания (язык EXPRESS), формы реализации (обменный файл и интерфейс доступа к данным) и при необходимости интегрированные ресурсы (информационные структуры). С потребительской же точки зрения каждый из трех стандартов имеет свою предметную область:

ISO 13584 (PLIB) дает средства описания продукта внутри производства во внутренней сфере обращения (здесь под продуктом уже понимается материальный продукт производства, участвующий в товарообмене). Он представляет информацию о библиотеке изделий вместе с необходимыми механизмами и определениями, обеспечивающими обмен, использование и корректировку данных библиотеки изделий. Имеется в виду обмен между различными компьютерными системами и средами, связанными с ЖЦ продукта, где могут использоваться изделия библиотеки, включая проектирование, изготовление, эксплуатацию, обслуживание и утилизацию продукта.

ISO 15331(MANDATE) описывает динамику производства как снаружи (связи производства с внешней средой), так и изнутри (материальные и информационные потоки в организационно-производственной структуре – это интегрированная модель производства).

Конструкторские данные об изделии занимают значительную часть в объеме информации, используемой в ходе его жизненного цикла. На основе этих данных решается ряд задач производства изделия, материально-технического снабжения, сбыта, эксплуатации и т. д. Сегодня, несмотря на широкое применение компьютерных технологий, преимущества электронного представления информации не используются в полной мере. Хотя объем проектных работ, выполняемых с использованием автоматизированных систем проектирования, достаточно высок, полученные результаты, как правило, все

равно переводятся из электронного вида в форму бумажных документов. Одна из причин – сложность интеграции результатов различных процессов.

CALS-технологии, в частности стандарт ISO 10303 STEP, предлагают способ решения этой проблемы при помощи использования стандартизованного интегрированного описания изделия. Интегрированное электронное описание изделия – это набор данных различного типа, полученных в ходе проектирования различными способами, а затем преобразованных в стандартизованный вид и достаточных для решения задач последующих этапов ЖЦ. Например, конструкторское электронное описание в соответствии со стандартом STEP содержит структуру и варианты конфигурации изделия, геометрические модели и чертежи, свойства и характеристики составных частей и др. (рис. 28).

База данных, логическая структура которой соответствует стандарту, является основой информационной интеграции автоматизированных систем, использующихся на предприятии и нуждающихся в информации об изделии. При этом единое представление и расположение данных позволят обеспечить полноту и целостность информации, а также избавят от возможного искажения информации.

Данные о конструкции в формате STEP могут быть использованы для технической подготовки производства, планирования потребностей, управления производством и т.д. Стандарт STEP регламентирует: логическую структуру базы данных (БД), номенклатуру информационных объектов, хранимых в БД, их связи и атрибуты. Типовые информационные объекты, такие как данные о составе изделия, материалах, геометрических изделиях, независимые от характера описания изделия, называются в стандарте «интегрированными ресурсами», на основе которых строятся схемы баз данных об изделии для разных предметных областей автомобилестроения, судостроения, аэрокосмической промышленности и т.д.

Готовые схемы баз данных называются в стандарте «протоколами применения» (прикладными протоколами) и представляют собой типовые решения. Практически стандарт STEP может быть применен несколькими способами.

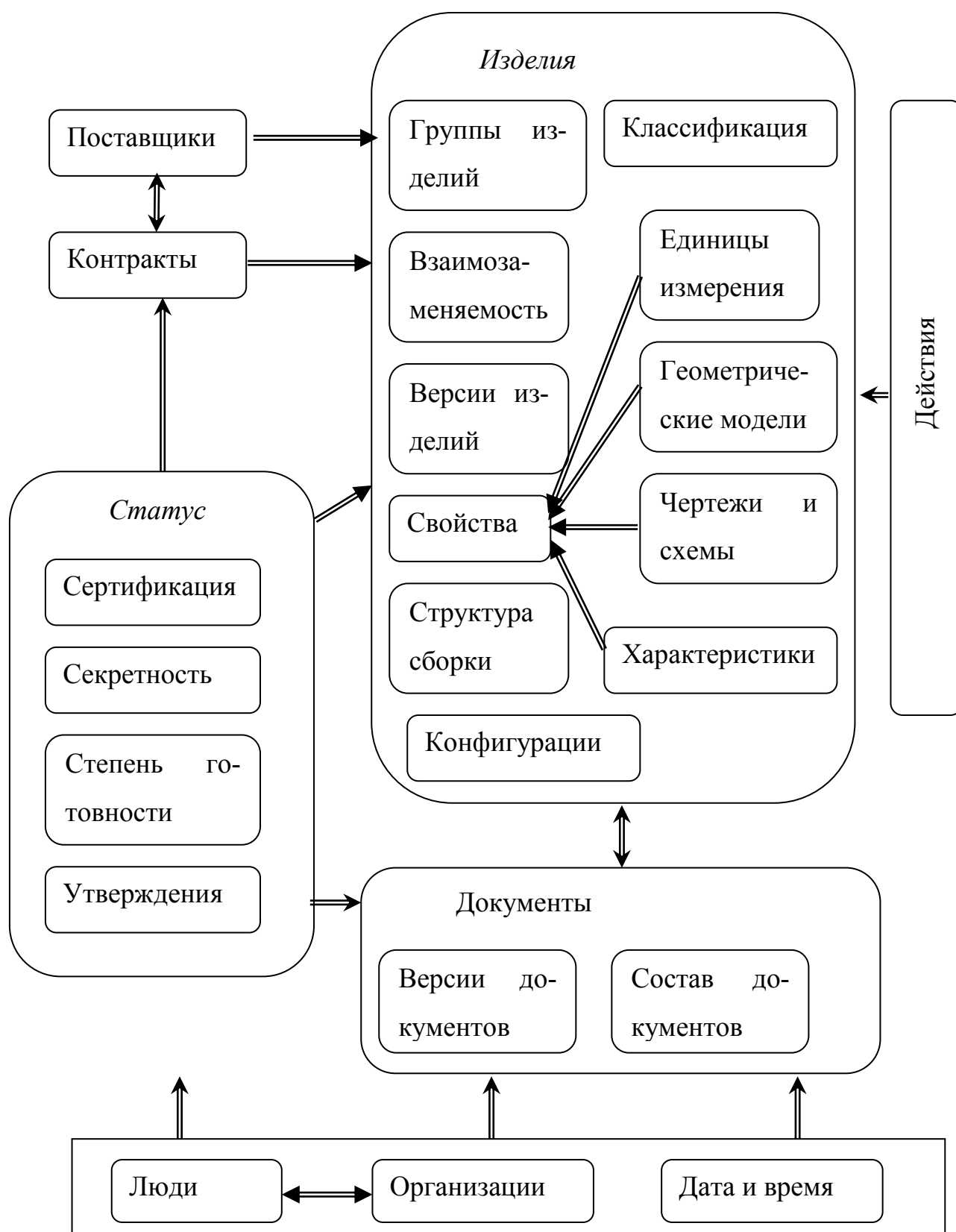


Рис. 28. Конструкторское электронное описание изделия в соответствии с форматом STEP

Такой подход создает новый базис для информационной интеграции и преемственности в использовании информации и позволяет решить большой круг задач. Перечислим некоторые из них:

- Организация обмена данными о составе изделия между двумя организациями, например, между заводом-производителем и дистрибьютором с тем, чтобы дать потребителю возможность заказать запасные части. Соответствующий том стандарта дает готовое решение – стандартизованный обменный файл. Создать его и работать с ним можно, используя конверторы, имеющиеся практически во всех современных CAD-системах, либо программные системы третьих фирм, в том числе отечественных.

- Продажа лицензии на производство продукта. Фактически, речь идет о необходимости поставки конструкторской и технологической документации в электронной форме. Аналогичная ситуация возникает при кооперации с зарубежными партнерами. Решением этой проблемы также является использование стандартизованного обменного файла.

- Создание на предприятии интегрированного хранилища конструкторских данных по изделиям. Стандарт ISO 10303 предлагает готовую модель данных для такого хранилища. Преимуществом подобного подхода является то, что он позволяет организовать взаимодействие с хранилищем на уровне программного интерфейса любых источников и потребителей данных, в том числе разнородных систем проектирования и управления производством.

- Ведение библиотек изделий (каталогов запасных частей, стандартных элементов). Логическая структура базы данных, описанная в стандарте STEP, позволяет создавать категории изделий и наделять их характеристиками.

Данные могут храниться в виде текстового обменного файла. В этом виде их удобно передавать между автоматизированными системами, имеющими соответствующий модуль (конвертор) работы с файлом в формате STEP.

Структуры данных могут быть созданы в готовой PDM-системе путем ее соответствующей настройки и разработки соответствующих визуальных приложений.

Могут быть использованы готовые решения.

5.1.2. Основные элементы языка EXPRESS

Накопленные человечеством знания всегда формулируются в контексте иерархической системы (более строго – ациклической сети) понятий и функциональных связей между этими понятиями. Такая структура представления знаний моделируется при объектно-ориентированном подходе в виде иерархии классов с механизмом наследования общих свойств.

Реализация объектно-ориентированного подхода возможна в двух вариантах.

Первый вариант – некоторый набор знаний сразу доводится до уровня машинной программы. В этом случае необходим язык программирования, поддерживающий функционально полное описание класса. Практически это означает, что описание класса должно включать как данные (перечень атрибутов класса), так и «методы» (программы, реализующие полный набор операций над объектами данного класса). C++, Симула-67 — примеры языков объектно-ориентированного программирования, т. е. реализации подхода по первому варианту.

Второй вариант – моделирование иерархии понятий и функциональных связей отдельно. В этом случае из описания класса исключаются методы. Описание становится декларативным и уже не связано с использующей его программой. Независимость описания классов от программной реализации делает излишней конкретизацию формата внутреннего представления данных в ЭВМ. В итоге мы приходим к языку EXPRESS, предназначенному для описания иерархических систем понятий. Поскольку разнообразие таких систем определяется только разнообразием предметных областей знания, интеграция понятий в единую международную (стандартную) систему понятий становится реально достижимой целью, приближающей к решению глобальной проблемы представления знаний в ЭВМ.

Во втором варианте проектирование программного продукта включает три вида деятельности: информационное моделирование, функциональное моделирование и программную реализацию. Стандарт STEP (в расширенной трактовке) должен обеспечить интеграцию понятий в предметной области «промышленное производство продукции», т. е. представить единую информационную модель этих понятий в виде, формализованном на уровне спецификаций EXPRESS. Информационное моделирование (на базе методологии IDEF1X) представляет информацию о сущностях, их связях и атрибутах, которая может быть использована далее при создании спецификаций EXPRESS.

Функциональное моделирование отвечает за второй элемент представления знаний – функциональные связи между понятиями. Интеграция знаний в этой области пока осуществляется без привлечения компьютерной техники, хотя предпринимаются попытки как-то регламентировать представление знаний, в частности, средствами IDEF0. В стандарте STEP средства IDEF0 используются для иллюстративного представления сферы использования приложения – программной реализации стандартного протокола приложения AP (Application protocol – прикладной протокол), содержащего специализированную информационную модель.

Наконец, стандарт STEP касается и третьей компоненты проектирования – программной реализации стандартного AP. Для каждого стандартного протокола его разработчиками составляется набор абстрактных тестов, по которому проверяется реализация протокола на соответствие требованиям AP. Следует отметить, что структура функциональной модели приложения (и, следовательно, представление в ЭВМ функциональных связей между понятиями) не определяется стандартом STEP, а лишь ограничивается снизу требованием, чтобы ЭВМ «владела» понятиями информационной модели, по крайней мере, на уровне минимальных требований, заданных набором абстрактных тестов.

Второй вариант является предпочтительным для использования в CALS, поскольку информация для создания информационных систем предварительно систематизируется и верифицируется.

В разработке первой версии языка EXPRESS участвовало порядка 20 человек в период с 1985 по 1991 год. Проблема не ограничивалась изъятием методов из структуры описания класса. Требовалось разработать специализированный язык информационного моделирования, достаточно полный для описания любой системы понятий, связанных с производственной деятельностью, достаточно простой для освоения пользователем-непрограммистом и, наконец, достаточно технологичный для работы приложений с языковыми конструкциями. Конкретизация предметной области использования языка EXPRESS была необходима по существу, так как имеются области знания с более сложными структурами понятий (например, семиотика), ориентация на которые могла бы привести к чрезмерному усложнению проблемы.

Итак, язык EXPRESS предназначен для описания информационных моделей (как и метод IDEF1X). Информационная модель описывается одной или несколькими взаимосвязанными схемами. Схема состоит из набора элементов, который может включать в себя:

- объекты (ENTITY);
- типы (Type);
- константы (Constant);
- правила (Rule);
- функции (Function) и процедуры (Procedure), необходимые для проверки правил и для вычисления значений производных атрибутов.

Прикладной протокол AP – это схема, описывающая некоторую предметную область. Прикладной протокол включается в стандарт как один из томов стандарта. Имена объектов, констант, функций, процедур, правил и типов уникальны в пределах данной схемы.

База данных (БД), формируемая в соответствии с описанием EXPRESS-схем, предназначена для хранения произвольного количества экземпляров каждой из сущностей, представленных в схемах. *Сущность* – информационный объект, характеризующийся идентификатором и списком атрибутов, определяющих свойства каждого из экземпляров сущности. Остальные элементы опи-

сания схемы играют вспомогательную роль, а именно: type-объявления определяют структуру представления атрибутов сущности. Алгоритмы и правила служат для проверки соответствия содержимого БД информационной модели, а интерфейс предназначен для унификации описания объектов (типов, алгоритмов, правил), используемых более чем в одной схеме.

Возможности описания информационных структур в языке EXPRESS сводятся, в основном, к следующим. Прежде всего имеется набор стандартных (встроенных в EXPRESS) данных, состоящий из группы простых типов, включающей типы *number*, *integer*, *real*, *logical*, *boolean*, *binary*, *string*, и из группы агрегативных типов, включающей типы *array*, *bag*, *list*, *set* – разновидности множества однотипных компонент. При использовании в схеме простых типов *real*, *binary*, *string* можно специфицировать их формат, а при использовании агрегативных типов – их размеры (границы).

С помощью *entity*-объявлений и *type*-объявлений разработчик схемы вводит собственный набор именованных типов, дополняя набор стандартных типов до набора «базовых». Базовый тип может использоваться в качестве компоненты агрегативного, а также в *entity*-объявлении для описания атрибута посредством конструкции: *идентификатор атрибута: базовый тип*.

В *type*-объявлениях определяемый тип описывается ссылкой на «определяющий» тип, который может быть простым, агрегативным, определяемым, перечисления или селекторным. *Тип перечисления* – это упорядоченный список конкретных строк-наименований. *Селекторный тип* – это любой из именованных типов, перечисленных в объявлении селекторного типа.

Каждому типу данных соответствует определенная область допустимых значений – *домен*. Областью допустимых значений атрибута является домен соответствующего базового типа, который определяется деревом определений типов, связывающих базовый тип с терминальными типами (простыми типами и/или *entity*-типами), которые и определяют структуру атрибута. В этой структуре каждому простому типу в атрибуте экземпляра сущности должно соответ-

ствовать конкретное значение из домена этого типа и каждому entity-типу – ссылка (указатель) на конкретный экземпляр соответствующей сущности.

Домен стандартных типов может иметь переменные размеры, поэтому структура атрибута может варьироваться по размерам в разных экземплярах сущности. Более того, при наличии в entity-объявлении необязательных (optional) атрибутов их структуры в некоторых экземплярах сущности могут отсутствовать вообще. По аналогии с использованием термина «популяция» в документации по EXPRESS для обозначения содержимого БД популяцией сущности называют совокупность всех имеющихся в БД ее экземпляров. Если трактовать популяцию сущности как файл записей – экземпляров сущности, то, как видим, придется уточнить, что запись может варьироваться в файле по размерам и составу атрибутом (в пределах максимального состава).

Ограниченность значений атрибута рамками домена соответствующего базового типа является необходимым, но не всегда достаточным условием ответственности БД информационной модели. Для описания подобных ограничений в языке предусмотрены логические функции типа глобальных правил (rules).

Для спецификации локальных и глобальных правил язык EXPRESS дополнен широким набором операций с данными, тремя формами описания алгоритмов (функция, процедура, правило), наконец, набором стандартных функций и процедур оперирования данными, короче – средствами функционального моделирования, присущими процедурным языкам программирования.

Описание языка EXPRESS начинается с утверждения, что значение атрибута не может служить ключом поиска нужного экземпляра. Очевидно, это утверждение не следует понимать как отрицание необходимости процедур поиска по ключу в вычислительном процессе. Скорее всего, это намерение разделить проблему установления связей между экземплярами (это сфера программирования) и проблему описания информационной структуры, позволяющей зафиксировать установленную связь в виде соответствующей ссылки (это сфера применения языка EXPRESS). На самом деле полного разделения этих проблем достичь не удастся. В связи с этим в EXPRESS вводится понятие уникальности

значений группы атрибутов в популяции сущности, связанное с понятием ключевых атрибутов для процедуры поиска.

Рассмотренный выше тип связи между экземплярами сущностей по атрибутам (с помощью ссылок на необходимые экземпляры) является одним из двух имеющихся в языке EXPRESS типов связей. Второй тип связи – «генетический», или механизм множественного наследования, – состоит в следующем. С помощью subtype-предложения в entity-объявлении можно указать список сущностей – непосредственных «предков» данной сущности, от которых она наследует все свойства – атрибуты, правила и алгоритмы. Отношение наследования транзитивно, т.е. вместе с наследованием свойств непосредственных предков наследуются свойства предков вышестоящего уровня, а в итоге – свойства всей «родословной». Наследование атрибутов означает их непосредственное включение в структуру собственных атрибутов сущности, в результате чего образуется «сложный» экземпляр.

При формировании сложного экземпляра необходимо задать значения как собственным атрибутам сущности, так и атрибутам всех предков. Следует заметить, что структура сложного экземпляра, относящаяся ко всей совокупности предков и рассматриваемая с уровня одного из предков сущности, однозначно определена информационной моделью лишь в сторону его предков, но не потомков, состав которых может зависеть от экземпляра. Поэтому при работе со сложным экземпляром на уровне сущности-предка доступу к атрибутам потомков предшествует обращение к стандартной функции *type of*, возвращающей список сущностей, представленных в экземпляре.

Помимо механизма наследования язык EXPRESS заимствовал из генетики и идею мутации, реализованную следующим образом: при наличии в одной схеме нескольких подтипов некоторой сущности по умолчанию считается, что в популяции этой сущности возможны экземпляры со свойствами, характерными для любого сочетания указанных подтипов, в связи с чем система обеспечивает автоматическую генерацию entity-объявлений всех возможных подтипов-мутантов. Остается перечислить языковые средства, обусловленные необходи-

мостью компромисса между объемом памяти (длиной описания) и эффективностью вычислений.

Во-первых, это вычисляемые (derive) атрибуты, функционально зависящие от явных атрибутов экземпляра-сущности. Хранение derive-атрибутов в БД привело бы к избыточности информационной структуры, но их наличие в структуре экземпляра может сократить объем вычислений. Компромисс достигается следующим образом: в структуре хранения популяции сущности в БД derive-атрибуты отсутствуют, а при загрузке экземпляра в оперативную память системой обеспечивается пополнение структуры derive-атрибутами и вычисление их значений.

Во-вторых, это инверсные атрибуты сущности, или «обратные» ссылки. При работе с экземпляром сущности может потребоваться доступ к другим экземплярам той или иной сущности, из которых исходят «прямые» ссылки (по атрибуту) на данный экземпляр. Хотя в системе предусмотрена стандартная функция «used in», формирующая множество таких экземпляров на основе полного просмотра популяции сущности, меньших вычислительных затрат потребовала бы технология фиксации всех «обратных» ссылок на эти экземпляры на этапе появления прямых ссылок при формировании популяции сущности. Такая технология реализуется системой по «заказу» разработчика схемы, представленному в виде соответствующих инверсных атрибутов.

Как уже указывалось, цель ISO 10303 – дать стандарт описания данных о продукте на всех стадиях его ЖЦ. Поскольку состав данных о продукте существенно зависит как от дисциплины (классификационной группы) продукта, так и от стадии его ЖЦ, конечной целью ISO 10303 является разработка множества частных информационных моделей, каждая из которых характеризуется своим контекстом – дисциплиной и стадией ЖЦ продукта. В то же время было бы неверно разрабатывать АР без учета их частичной пересекаемости по информационным объектам, т.е. возможности выделения в каждом АР контекстно независимой части и объединения этих частей в группу моделей верхнего уровня – интегрированных ресурсов.

Выбран наиболее простой способ реализации этой возможности, а именно: сначала разработать в достаточно полном объеме структуру и состав интегрированных ресурсов и соответствующий набор первичных сущностей, разработку каждого АР регламентировать условием, что сущностями EXPRESS-схемы АР (так называемой «интерпретированной модели приложения» – AIM) могут быть только подтипы (потомки сущностей, представленных интегрированными ресурсами (ИР), при возникновении исключительной ситуации, когда для сущности, необходимой приложению, не удастся найти предков в ИР, его состав пополняется необходимыми объектами.

Состав документации по информационным моделям ISO 10303 открыт для пополнения новыми томами в рамках соглашения о том, что для ИР отводятся номера томов в интервале 41–199, а для АР – в интервале 201–1199. Кроме того, документация по ИР разделяется на серию общих ресурсов (тома 41–99) и серию ресурсов приложения (тома 101–199). В отличие от общих ресурсов, сфера применимости которых полностью контекстно-независима, ресурсы приложения ориентированы на конкретные области применения. Наконец, к категории ИР можно отнести и библиотеку A1C EXPRESS-схем, описывающих отдельные понятия предметной области, используемые в двух и более АР.

Такая форма обеспечения информационной совместимости различных АР поддерживается централизованным ведением этой библиотеки специальной службой.

В настоящий момент происходит процесс замены стандартов первого поколения вновь разрабатываемыми и процесс этот еще далеко не завершен. Поэтому существующий комплекс стандартов представляет собой комбинацию стандартов обоих типов, позволяющих, хотя и с ограничениями, строить интегрированные информационные модели и обмениваться данными на всех стадиях ЖЦ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 50.1.031-2001. Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Ч.1: Стадии жизненного цикла продукции. Дата введения 2002-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 42 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9000-2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 37 с.
3. ГОСТ Р ИСО 9004-2001. Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 62 с.
4. ГОСТ 2.102-68. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов. – М.: Изд-во стандартов, 2000, – 35 с.
5. ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 62 с.
6. ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий. – М.: Изд-во стандартов, 2000, – 40 с.
7. ГОСТ 14.206-73 Технологический контроль конструкторской документации. – М.: Изд-во стандартов, 2000, – 47 с.
8. DEF STAN 00-60 Part 1/3. Интегрированная логистическая поддержка. Ч. 1: Анализ логистической поддержки и записи об анализе логистической поддержки. Действует с 24.09.2004.
9. DEF STAN 00-60 Part 10/5. Интегрированная логистическая поддержка. Часть 10. Электронная документация. Действует с 24.05.2002.
10. Судов Е. В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели. /Е.В. Судов. – М.: ООО Издательский дом «МВМ», 2003. – 264 с.
11. Шалумов А.С. Введение в CALS-технологии: Учеб. пособие. /А.С. Шалумов., С.И. Никишкин, В.Н. Носков. – Ковров: КГТА, 2002. – 137 с.

12. John Stark. Product lifecycle management: 21 century paradigm. – (Decision Engineering). Springer-Verlag London Limited, 2005.
13. Мазур И. И. Управление проектами. /И.И. Мазур, Шапиро, Н.Г. Ольдерогге. – М.: Омега –Л, 2004. – 405 с.
14. Доналд Дж. Бауэрсокс. Логистика // пер. с англ. /Доналд Дж. Бауэрсокс, Дейвид Дж. Клосс. – М.: Издательский дом «Олимп-Бизнес», 2005. – 640 с.
15. Ребрин Ю.И. Основы экономики и управления производством. Конспект лекций / Ю.И. Ребрин. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. – 102 с.
16. Колесников С.Н. Стратегии бизнеса: управление ресурсами и запасами /С.Н. Колесников. – М.: Изд-во «Статус-Кво 97», 2000. – 129 с.
17. Питеркин С.В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем./С.В. Питеркин, Н.А. Оладов, Д.В. Исаев. – М.: Изд-во «Альпина Бизнес Букс», 2006. – 368 с.
18. Окрепилов В.В. Управление качеством: учебник для вузов/ В.В. Окрепилов. 2-е изд., доп. и перераб. – М.: ОАО «Издательство «Экономика», 1998. – 639 с.
19. Репин В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин В.Г. Елиферов. – М.: РИА Стандарты и качество, 2004. – 408 с.
20. Управление качеством: учебник / С. Д. Ильенкова [и др.]; под ред. С.Д. Ильенковой. – М.: ЮНИТИ, 2001. – 198 с.
21. Андерсен Бьёрн. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования/ пер. с англ. С.В. Ариничева; под ред. Ю.П. Адлера. – М.: РИА Стандарты и качество, 2003. – 272 с. (Серия «Практический менеджмент»).
22. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества: учебное пособие / С. В. Пономарев [и др.]. – М.: РИА Стандарты и качество, 2005. – 248 с,

23. Руководство к своду знаний по управлению проектами (A Guide to the Project Management Body of Knowledge. – Pmbok, Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2004).
24. Мой Office Online. Microsoft Office Project Server [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://office.microsoft.com/ru-ru/projectserver/>
25. Primavera P6 – система управления проектами [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://primavera.nnm.ru/>
26. PM Online. Welcom Suite [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.pmonline.ru/software/welcom/>
27. Спайдер Проджект [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.spiderproject.ru/>
28. Комплекс автоматизированных систем разработки и постановки на производство промышленной продукции – ядро единого информационного пространства промышленного предприятия. Эффективная организация разработки и постановки продукции на производство. Редакция 1.5.0705. – СПб.: ЗАО «Диал Инжиниринг», 2005.
29. Применение ИПИ-технологий в задачах обеспечения качества и конкурентоспособности продукции. Методические рекомендации. – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2004.– 104 с.
30. НИЦ CALS технологий (прикладная логистика) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.cals.ru>
31. Левин А.И. Методы и технологии управления конфигурацией сложных изделий /А.И. Левин, Е.В. Судов. //Технологии приборостроения, 2003. - №4. Режим доступа: <http://www.cals.ru>
32. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике Основные понятия. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 31 с.
33. ГОСТ Р 51.XXX – 200* Интегрированная логистическая поддержка. Основные положения и общие требования проект, первая редакции. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://sklad-zakonov.narod.ru>

34. ГОСТ 18322-78 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. Дата введения 1980-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 23 с.

35. AECMA 1000D. International specification for technical publications utilising a common source data base. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.s1000d.org>

36. ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч.1. Общие представления и основополагающие принципы. – М.: Госстандарт России, 2000.

37. ГОСТ Р ИСО 10303 –41-99. Системы автоматизации производства и их интеграции. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 41. Интегрированные обобщенные ресурсы. Основы описания и поддержки изделий. – М.: Госстандарт России, 2000.

38. ГОСТ Р ИСО 10303-43-2002. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 43. Интегрированные обобщенные ресурсы. Представление структур. – М.: Госстандарт России, 2003.

39. ГОСТ Р ИСО 10303-44-2002. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 44. Интегрированные обобщенные ресурсы. Конфигурация структуры изделия. – М.: Госстандарт России, 2003.

40. ГОСТ Р ИСО 10303-45-2000. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 45. Интегрированные обобщенные ресурсы. Материалы. – М.: Госстандарт России, 2000.

41. ГОСТ Р ИСО 10303-11-2000. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 11. Методы описания. Справочное руководство по языку EXPRESS. – М.: Госстандарт России, 2000. – 145 с.

42. ГОСТ Р ИСО 10303 –21-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 21. Методы реализации. Кодирование открытым текстом структуры обмена. – М.: Госстандарт России, 2000.

43. ГОСТ Р ИСО 10303-46-2002. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 46. Интегрированные обобщенные ресурсы. Визуальное представление. – М.: Госстандарт России, 2003.

44. ГОСТ Р ИСО 10303-203-2003. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 203. Прикладной протокол. Проекты с управляемой конфигурацией. Действует с 01.07.2004. –М.: Госстандарт России, 2000. – 145с .

45. ГОСТ Р ИСО 10303 –22-2001. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 22. Методы реализации. Стандартный интерфейс доступа к данным. –М.: Госстандарт России, 2000. – 145 с.

46. Судов Е. В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели /Е.В. Судов. –М.: ООО Издательский дом «МВМ», 2003. – 264 с.

47. Балахонова И.В. Логистика. Интеграция процессов с помощью ERP-системы./ И.В. Балахонова, С.А. Волчков, В.А. Капитуров. –М.: Изд-во «Приоритет», 2006. – 464 с.

48. Петров А. Электронная эксплуатационная документация: технологии и программные средства разработки и сопровождения. /А. Петров, И. Галин // САПР и графика. –2002. –№ 11. – Режим доступа: <http://www.sapr.ru/Archive/SG/2002/11/20>.

49. Петров Ю.А. Комплексная автоматизация управления предприятием. Информационные технологии – теория и практика /Ю.А. Петров, Е.Л. Шлимович, Ю.В. Ирюпин. – М.: Финансы и статистика, 2001. –160 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений	3
ВВЕДЕНИЕ.....	6
Понятия и определения	10
Что дают CALS-технологии?.....	14
Эффективность реализации CALS	15
1. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ПРОДУКЦИИ.....	16
1.1. Промышленный способ производства.....	16
1.2. Структура жизненного цикла продукции.....	18
1.2.1..... Конструкторская подготовка производства.....	20
1.2.2. Технологическая подготовка производства (ТПП).....	22
1.2.3. Производственный процесс и принципы его организации.	
Стадия производства и типы производств	25
1.2.4. Типы производств.....	28
1.2.5. Производственная структура предприятия.....	30
1.3. Постпроизводственные стадии ЖЦИ.....	33
1.4. Особенности стандартов, определяющих ЖЦИ	34
1.5. Маркетинговый взгляд на ЖЦИ	37
2. ПОНЯТИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ..	41
2.1. Базовые принципы и технологии интегрированной	
информационной поддержки жизненного цикла изделий (ИПИ)	44
2.2. Архитектура интегрированной информационной среды.....	47
2.3. Система PDM как основа ИИС	48
2.3.1.... Задачи, решаемые PDM-системами. Функции PDM-систем...	52
3. БАЗОВЫЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ	55
3.1. Управление проектами	55
3.1.1. Определения и основные свойства	55
3.1.2. Управление проектами.....	57
3.1.3. Классификация типов проектов	58
3.1.4. Цель и стратегия проекта.....	60
3.1.5. Результат проекта	63

3.1.6. Управляемые параметры проекта	63
3.1.7. Окружение проектов.....	64
3.1.8. Структуризация проектов	65
3.1.9. Функции и подсистемы управления проектами	65
3.1.10. Методы управления проектами.....	66
3.1.11. Организационные структуры управления проектами.....	67
3.1.12. Участники проектов	68
3.1.13. Информационные системы управления проектами	70
3.2. Управление конфигурацией.....	76
3.2.1. Основные понятия и определения	76
3.2.2. Контексты управления конфигурацией.....	81
3.2.3. Информационные аспекты управления конфигурацией	85
3.2.4. Сценарии управления конфигурацией	93
3.3. Интегрированная логистическая поддержка изделия (ИЛП).....	99
3.3.1. Основные элементы ИЛП	99
3.3.2. Анализ логистической поддержки	103
3.3.3. Планирование и управление ТОиР	114
3.3.4. Планирование и управление материально-техническим обслуживанием.....	124
3.3.5. Создание эксплуатационной документации	126
3.3.6. Архитектура автоматизированной системы ИЛП.....	134
3.4. Управление потоками работ	136
3.4.1. Основные понятия и определения	136
3.4.2. Задача и роли Workflow-технологии	140
3.4.3. Представление бизнес-процесса как процесса Workflow	140
3.4.4. Место технологии Workflow в организации бизнеса.....	141
3.4.5. Особенности технологии Workflow	143
3.4.6. Workflow как средство интеграции.....	146
3.4.7. Математические основы языков описания бизнес-процессов .	146
3.4.8. Теория сетей Петри.....	147
3.4.9. Концепция Pi calculus	149

3.4.10. Workflow-системы и «война» стандартов	149
3.4.11. Тенденции развития стандартов	152
3.4.12. Реализация стандартов Workflow	153
3.5. Технология управления качеством	153
3.5.1. Понятие качества	153
3.5.2. Количественные оценки качества	156
3.5.3. Качество и стадии ЖЦИ	161
3.5.4. Теория всеобщего управления качеством	163
3.5.5. Принципы менеджмента качества	164
3.5.6. Концепция «6 сигм»	165
3.6. Процессный подход	172
3.6.1. Понятия и определения	172
3.6.2. Анализ процессов	176
3.6.3. Корректирующие действия и улучшение процесса	177
4. РАЗНОВИДНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, АВТОМАТИЗИРУЮЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ ЭТАПЫ ЖЦИ	182
4.1. Общие сведения	182
4.2. Более подробное описание некоторых классов информационных систем	186
4.2.1. Автоматизация стадии разработки изделия. Системы CAD/CAM/CAE	188
4.3. Технология управления ресурсами	191
4.3.1..... Точки зрения на управление	192
4.3.2. История технологий управления ресурсами	193
4.3.3. Методология MRP	194
4.3.4. CRP-методология	199
4.3.5. Методология MRP II	200
4.3.6. ERP-методология	202
4.4. Современное положение дел в области систем управления ресурсами	205
4.4.1. Иностранные ERP-системы на российском рынке	207
4.4.2. Российские разработки ERP	210

4.4.3. Стандарты ERP II и CSRP	212
5. CALS-стандарты.....	215
5.1. Стандарт ISO 10303 (STEP)	220
5.1.1. Структура стандарта.....	220
5.1.2. Основные элементы языка EXPRESS.....	226
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	234

Научное издание

Леонид Григорьевич Доросинский

Ольга Михайловна Зверева

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ**

Компьютерная верстка *О.М. Зверевой*

Подписано в печать 13.09.2016. Формат 60х84/16

Печать оперативная. Усл. п.л. 14,0

Тираж 500 экз. Заказ № 12-01-02.

Отпечатано с готового оригинал-макета в издательстве ЗЕБРА
432072, Россия, г. Ульяновск, ул. Жуковского, 83.